

ผลของวิธีการที่แตกต่างต่อการชะลอการเกิดสีน้ำตาล ของแก่นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effects of Methods on Delay Browning of Ready-to-eat Fresh Pre-cut Jerusalem Artichokes

นรินทร์ เจริญพันธ์* และรัชณี พัทธา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

Narin Charoenphun* and Ratchanee Puttha

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sa Kaeo Campus,

Suwannasorn Road, Watthananakhon, Sa Kaeo 27160

บทคัดย่อ

หัวแก่นตะวันอุดมไปด้วยคุณค่าสารอาหารและมีสรรพคุณทางสมุนไพร วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของวิธีการที่ต่างกันต่อการชะลอการเกิดสีน้ำตาลของแก่นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยเปรียบเทียบการเตรียมแก่นตะวันสดด้วยวิธีการที่ต่างกัน ได้แก่ การลวกในน้ำเดือด การแช่น้ำผึ้ง การแช่น้ำเกลือ การแช่ในกรดซิตริก และการแช่ในโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ เปรียบเทียบกับตัวอย่างสด วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าสี ความแข็ง และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแก่นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ พบว่าวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมแก่นตะวัน คือ การแช่ในสารละลายโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำ เนื่องจากมีการเกิดสีน้ำตาลบริเวณผิวหน้าและค่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด ค่าความแข็งใกล้เคียงกับแก่นตะวันสด และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมสูงที่สุด การแปรรูปแก่นตะวันให้อยู่ในรูปแก่นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภคจะช่วยส่งเสริมให้มีการบริโภคแพร่หลายขึ้น ทั้งยังตอบสนองต่อวิถีการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคยุคใหม่ที่ใส่ใจสุขภาพได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : แก่นตะวัน; การลวก; โซเดียมเมแทไบซัลไฟต์; ความแข็ง; การสูญเสียน้ำหนัก

Abstract

Tuber of Jerusalem artichokes are an excellent source of nutrition and herbal properties. The purpose of this research was to investigate the effects of different methods on delayed

browning of ready-to-eat fresh pre-cut Jerusalem artichokes. Various methods were used, including blanching in boiling water, immersing in honey solution, immersing in a salt solution, immersing in citric acid solution, and immersing in sodium metabisulfite solution were compared with the control. In this study, weight loss, color changing, hardness and sensory evaluation of fresh-cut Jerusalem artichokes were investigated by using a completely randomized design. The results showed that the suitable method was immersing in sodium metabisulfite solution (0.1 g per kg of water). Apparently, it had the lowest browning value and lowest weight loss. Moreover, the hardness was close to the fresh Jerusalem artichoke. In terms of sensory acceptability, it had the highest mean scores on appearance, texture, flavor, and overall liking at moderate level. Therefore, fresh Jerusalem artichokes those are transformed to ready-to-eat fresh pre-cut items, will help to promote more widespread consumption. Furthermore, it also responds to the lifestyle of modern health conscious consumers as well.

Keywords: Jerusalem artichoke; blanching; sodium metabisulfite; hardness; weight loss

1. บทนำ

แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberosus* เป็นพืชล้มลุกอายุสั้น วงศ์เดียวกับเบญจมาศและเก๊กฮวย สกุลเดียวกับทานตะวัน มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือปลูกมากแถบตะวันออกเฉียงใต้ ยุโรป และออสเตรเลีย แก่นตะวันมีดอกสีเหลืองคล้ายดอกบัวตอง แต่มีขนาดเล็กกว่า มีหัวใต้ดินลักษณะคล้ายขิงหรือข่า เปลือกมีสีน้ำตาลอ่อน เนื้อในมีสีขาว รสหวาน เนื้อสัมผัสกรอบคล้ายเห็ดและมันแกว [1] แก่นตะวันเป็นพืชที่อุดมด้วยสารอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในหัวแก่นตะวัน คาร์โบไฮเดรตที่พบส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอินนูลิน โดยเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลฟรุกโทส และจัดเป็นใยอาหารที่ระบบย่อยอาหารโดยใช้เอนไซม์ของมนุษย์ไม่สามารถย่อยหรือย่อยได้น้อย มีความหวานกว่าน้ำตาลซูโครส 1.5 เท่า นอกจากนี้หัวของแก่นตะวันมีเส้นใยอาหารสูง ไขมันต่ำ รวมทั้งมีสารพฤกษเคมีหลายชนิด ได้แก่ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ เป็นต้น [2] นอกจากนี้แก่นตะวันมีสรรพคุณช่วยให้

เจริญอาหาร กระตุ้นการหลั่งของน้ำดี ขับปัสสาวะ ช่วยลดความเสี่ยงของโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือด ลดไขมันในเลือด ปัจจุบันแก่นตะวันนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย หัวแก่นตะวันสามารถบริโภคสด หรือใช้ในการปรุงแต่งอาหารคาวหวานได้หลายชนิด เช่น สลัด ผัด แกงจืด แกงเผ็ด ไข่ตุ๋น รวมถึงแปรรูปเป็นแป้งแก่นตะวัน แป้งอินนูลิน น้ำเชื่อมฟรุกโทสหรืออินโนลิโกลิโกแซ็กคาไรด์เพื่อใช้เป็นส่วนให้ความหวานแทนน้ำตาลทราย สำหรับเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมอบ ขนมขบเคี้ยว ใช้เป็นสารเติมแต่งอาหารในผลิตภัณฑ์ นม เนื้อ น้ำผักผลไม้พร้อมดื่ม เครื่องดื่มธัญพืช ชา กาแฟ อาหารทารกหรือเด็กอ่อน และผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป [1] นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์แทนการใช้ยาปฏิชีวนะเนื่องจากมีสมบัติช่วยเจริญอาหาร สามารถเพิ่มจำนวนแบคทีเรียแลคโตบาซิลัสในลำไส้ ขณะเดียวกันก็ช่วยลดจำนวนแบคทีเรียก่อโรค เมื่อเสริมในอาหารสัตว์จะมีผลให้ปริมาณของมูล และความชื้นเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสมบัติในการอุ้มน้ำของอินนูลิน [3] การส่งเสริมการ

บริโภคแค้นตะวันให้กับผู้บริโภคยุคใหม่ที่รักสุขภาพในปัจจุบัน ซึ่งมีวิธีการดำเนินชีวิตค่อนข้างเร่งรีบ มีเวลาในการเตรียมอาหารค่อนข้างจำกัด โดยการแปรรูปห้วแค้นตะวันให้เป็นแค้นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและช่วยอำนวยความสะดวกในการรับประทานได้ ซึ่งอาจช่วยให้คนรุ่นใหม่หันมารับประทานแค้นตะวันมากขึ้น

ผักและผลไม้สดตัดแต่ง (fresh pre-cut fruit and vegetable) หมายถึง ผักและผลไม้สดที่ผ่านขั้นตอนการผลิต โดยเซลล์ของผักและผลไม้สดยังมีชีวิตอยู่ [4] โดยทั่วไปการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคจะมีขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นกระบวนการเพื่อเตรียมวัตถุดิบให้พร้อม อาจประกอบด้วยหลายขั้นตอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ โดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนการล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก ผ่าซีก เอาไส้และเมล็ดออก ตัดแต่ง หั่นชิ้น บรรจุใส่ภาชนะ และวางจำหน่ายให้ผู้บริโภคเลือกซื้อได้ตามใจชอบ ซึ่งสามารถนำไปบริโภคได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลา ปัจจุบันจึงมีผักและผลไม้สดพร้อมบริโภควางจำหน่ายเพิ่มมากขึ้น ทั้งในตลาดสดและซูเปอร์มาร์เก็ต [5] แค้นตะวันสดที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นมักพบปัญหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ คือ การเกิดสีน้ำตาลของแค้นตะวันภายหลังการปอกเปลือก เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส [6] ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ความร้อน การปรับให้เป็นกรด การใช้สารรีดิวซิงเอเจนต์ และการจุ่มในน้ำเกลือหรือน้ำผึ้ง เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการที่แตกต่างต่อการ

ชะลอการเกิดสีน้ำตาลของแค้นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพควบคู่กับการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในกระบวนการผลิตแค้นตะวันตัดแต่งพร้อมบริโภค หรือการเตรียมแค้นตะวันเพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมแค้นตะวัน

นำห้วแค้นตะวันสดอายุ 120 วัน จากอำเภอดอนนาคร จังหวัดสระแก้ว มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด ใส่ในถุงพลาสติกปิดสนิทเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) เฉลี่ยได้ประมาณ 27 องศาบริกซ์ จากนั้นคัดเลือกห้วที่สมบูรณ์ไม่มีตำหนิ ขนาดสม่ำเสมอ ล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก นำมาหั่นให้มีขนาด กว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ $1.5 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร แต่ละชิ้นจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 5 กรัม

2.2 การศึกษาผลของวิธีการที่แตกต่างต่อการชะลอสีน้ำตาลของแค้นตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

2.2.1 ตัวอย่างควบคุม

ห้วแค้นตะวันสดที่ผ่านการเตรียมแล้ว วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที

2.2.2 การลวกในน้ำเดือด (hot water blanching)

ต้มน้ำสะอาดให้เดือดด้วยอัตราส่วนน้ำสะอาดต่อแค้นตะวัน 10 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก ลวกแค้นตะวันในน้ำเดือดเป็นเวลา 60, 90 และ 120 วินาทีตามลำดับ แช่ตัวอย่างในน้ำเย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 90 วินาที ตักขึ้นจากน้ำ วางบนกระดาษซับ

น้ำออกจากผิวแก่ตะวัน บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิท

2.2.3 แขน้ำผึ้ง (honey)

เตรียมสารละลายน้ำผึ้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 10, 15 และ 20 (W/W) ตามลำดับ โดยละลายน้ำผึ้งในน้ำสะอาด แขน้ำผึ้งเป็นเวลานาน 30 นาที ตักขึ้นจากน้ำ วางบนกระดาษซับน้ำออกจากผิวแก่ตะวัน บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิท

2.2.4 แขน้ำเกลือ (NaCl)

เตรียมสารละลายน้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ โดยละลายเกลือในน้ำสะอาด แขน้ำเกลือเป็นเวลานาน 30 นาที ตักขึ้นจากน้ำ วางบนกระดาษซับน้ำออกจากผิวแก่ตะวัน บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิท

2.2.5 แขน้ำกรดซิตริก (citric acid)

เตรียมสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ โดยละลายกรดซิตริกในน้ำสะอาด แขน้ำกรดซิตริกเป็นเวลานาน 30 นาที ตักขึ้นจากน้ำ วางบนกระดาษซับน้ำออกจากผิวแก่ตะวัน บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิท

2.2.6 แขน้ำโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ (sodium metabisulfite)

เตรียมสารละลายโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 0.025, 0.05 และ 0.1 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำ ตามลำดับ โดยละลายโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ในน้ำสะอาด แขน้ำโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์เป็นเวลานาน 30 นาที ตักขึ้นจากน้ำ วางบนกระดาษซับน้ำออกจากผิวแก่ตะวัน บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิท

สังเกตลักษณะปรากฏของตัวอย่างทั้งหมด วิเคราะห์คุณภาพ และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส แล้วนำตัวอย่างที่เตรียมตามวิธีการข้างต้นเก็บในภาชนะพลาสติกปิดสนิท แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน วิเคราะห์

คุณภาพและประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมแก่ตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของแก่ตะวัน

2.3.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักสด เริ่มจากการชั่งน้ำหนักแก่ตะวันก่อนนำไปผ่านกระบวนการชะลอกการเกิดสีน้ำตาล และชั่งน้ำหนักแก่ตะวันหลังนำไปผ่านกระบวนการชะลอกการเกิดสีน้ำตาลด้วยเครื่องชั่ง (Zepper EPS-3001, จีน) นำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณเป็นร้อยละการสูญเสียน้ำหนักจากสมการ การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ) = $\frac{[(\text{น้ำหนักก่อน} - \text{น้ำหนักหลัง}) \div \text{น้ำหนักก่อน}] \times 100}{}$

2.3.2 ค่าสี

วัดค่าสีของแก่ตะวันด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) ด้วยระบบ CIE โดยค่า L* หรือความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว) ค่า a* (+a = สีแดง, -a = สีเขียว) ค่า b* (+b = สีเหลือง, -b = สีนํ้าเงิน) ค่า C* ความเข้มของสีที่ปรากฏ และ H° เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัดอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H° เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัดอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H° เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัดอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H° เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัดอยู่ในกลุ่มสีนํ้าเงิน คำนวณหาค่าการเกิดสีน้ำตาล (browning value) = $\frac{(\Delta L^* \div L_0^*)}{100}$ เมื่อ ΔL^* คือ ผลต่างของค่าความสว่างที่เปลี่ยนไป และ L_0^* คือ ค่าความสว่างเริ่มต้น [7]

2.3.3 ค่าความแข็ง

วัดความแข็งของแก่ตะวันด้วยเครื่อง fruit hardness tester (Daichi FG 520K, Japan) ใช้ cylinder probe ชนิดหัวกรวย ค่าแรงกดที่วัดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N)

2.3.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

คัดเลือกแก่นตะวันในสภาวะที่เหมาะสมของการเตรียมแต่ละวิธี เพื่อนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน คะแนน 1 ถึง 9 (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยประเมินลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) [8] ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลของวิธีการที่แตกต่างกันต่อการสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวัน

ผลของวิธีการที่แตกต่าง คือ การลวกในน้ำเดือดด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน การแช่น้ำฝั ง การแช่ในเกลือ การแช่ในกรดซิตริก และการแช่ในโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน ต่อร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวัน (รูปที่ 1) พบว่าการลวกแก่นตะวันในน้ำเดือด 120 วินาที ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวันสูงที่สุด รองลงมา คือ การลวกในน้ำเดือด 90 และ 60 วินาที ตามลำดับ และเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยภาพรวมการลวกในน้ำเดือดส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวันสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ รองลงมา คือ การแช่น้ำเกลือ การแช่ในกรดซิตริก การแช่น้ำฝั ง และการแช่ในโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ ตามลำดับ

โดยแก่นตะวันที่ผ่านการแช่ในโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำ เกิดการสูญเสีย น้ำหนักต่ำที่สุด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแก่นตะวันที่ผ่านวิธีการต่าง ๆ อาจเกิดจากการลวกในน้ำเดือดทำให้เซลล์เนื้อเยื่อแก่นตะวันถูกทำลายและเกิดการสูญเสียน้ำ การลวกจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของแก่นตะวันอ่อนตัวลง เพิ่มความสามารถในการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ให้มากขึ้น เพิ่มโอกาสการแพร่ของน้ำออกจากเซลล์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ควบคุมขนาดช่องเปิดของเซลล์ส่งผลให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารได้มากขึ้น [9] เกิดการสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวันเมื่อเทียบกับการไม่ลวก และการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการลวกเพิ่มขึ้น แนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักของแก่นตะวันที่แช่ในสารละลายน้ำฝั ง น้ำเกลือ กรดซิตริก และโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์เกิดขึ้นน้อยกว่าการลวก โดยทั่วไปการแช่แก่นตะวันในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงเรียกว่า สารละลายออสโมติก ได้แก่ สารละลายน้ำตาล และสารละลายเกลือ เป็นต้น ซึ่งการออสโมซิสสามารถลดปริมาณน้ำในวัตถุดิบลงได้โดยอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายน้ำบางส่วนจากเนื้อเยื่อของแก่นตะวัน ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์ของแก่นตะวันและสารละลายออสโมติกเกิดเป็นแรงขับ ทำให้มีการถ่ายโอนมวลสารระหว่างเซลล์ของแก่นตะวันและสารละลายออสโมติก ในลักษณะสวนทางกันผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านผนังเซลล์ของแก่นตะวันสามารถยืดขยายตัวได้ เมื่อมีแรงดันเกิดขึ้นภายในเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จะทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน ยอมให้น้ำแพร่ผ่านได้มากกว่าตัวถูกละลายของสารละลายออสโมติก โดยการถ่ายโอนมวลสารที่เกิดขึ้นระหว่างการออสโมซิส [9] ส่งผลให้ปริมาณน้ำในแก่นตะวันลดลง ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น และทำให้น้ำหนักสุทธิลดลงได้

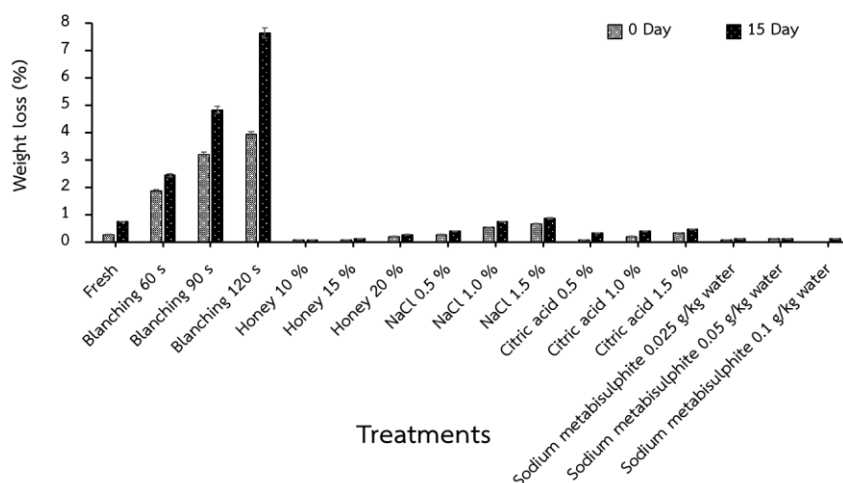


Figure 1 The effect of different methods on weight loss of Jerusalem artichoke after 0 day and 15 days for keeping at 4 °C

Table 1 The effect of different methods on color changing of Jerusalem artichoke

Treatments	Colors				
	L*	a*	b*	C*	H°
Fresh	90.55±0.33 ^a	-3.83±0.18 ^k	18.16±0.13 ^a	18.50±0.13 ^a	111.39±0.16 ^a
Control	65.53±0.40 ^m	0.63±0.03 ^c	9.16±0.13 ^j	9.41±0.11 ⁱ	89.36±0.15 ^l
Blanching 60 s	68.00±0.24 ^l	-1.13±0.18 ^d	17.56±0.19 ^b	17.62±0.21 ^b	93.27±0.17 ^k
Blanching 90 s	47.86±0.13 ^o	0.92±0.06 ^b	8.64±0.43 ^k	9.45±0.46 ^j	83.43±0.22 ^m
Blanching 120 s	49.57±0.33 ⁿ	1.61±0.07 ^a	8.32±0.22 ^k	8.39±0.21 ^j	79.26±0.10 ⁿ
Honey 10 %	87.40±0.43 ^c	-3.15±0.04 ^j	14.43±0.17 ^d	14.76±0.19 ^d	102.32±0.01 ^{sh}
Honey 15 %	85.43±0.36 ^e	-2.36±0.09 ^e	15.47±0.10 ^c	15.60±0.31 ^c	102.22±0.09 ^h
Honey 20 %	75.39±0.52 ^j	-2.89±0.11 ^{hi}	11.39±0.52 ^g	11.32±0.06 ^g	100.54±0.34 ^j
NaCl 0.5 %	70.45±0.31 ^k	-2.73±0.02 ^{gh}	10.83±0.12 ^h	11.17±0.12 ^g	101.43±0.29 ⁱ
NaCl 1.0 %	74.55±0.15 ^j	-2.79±0.06 ^j	12.48±0.45 ^{ef}	12.44±0.18 ^f	102.63±0.36 ^{fg}
NaCl 1.5 %	80.75±0.24 ^h	-3.11±0.07 ^j	14.60±0.47 ^d	15.25±0.17 ^c	104.13±0.07 ^d
Citric acid 0.5 %	80.40±0.16 ^h	-2.43±0.05 ^{ef}	12.30±0.40 ^f	12.53±0.39 ^f	101.24±0.02 ⁱ
Citric acid 1.0 %	83.83±0.29 ^f	-2.75±0.03 ^{gh}	12.46±0.52 ^{ef}	12.76±0.06 ^f	102.45±0.36 ^{sh}
Citric acid 1.5 %	86.59±0.07 ^d	-2.99±0.14 ^{ij}	12.97±0.40 ^e	13.30±0.39 ^e	103.19±0.17 ^e
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.025 g/kg H ₂ O	82.35±0.14 ^s	-2.58±0.14 ^{fg}	10.06±0.04 ⁱ	10.58±0.35 ^h	102.84±0.10 ^f
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.05 g/kg H ₂ O	85.49±0.16 ^e	-2.74±0.10 ^{gh}	12.34±0.19 ^f	12.71±0.19 ^f	105.41±0.32 ^c
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.1 g/kg H ₂ O	89.37±0.46 ^b	-3.06±0.01 ^j	14.61±0.04 ^d	14.40±0.35 ^d	109.18±0.17 ^b

Mean ± SD; ^{a-o} means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

3.2 ผลของวิธีการที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของแกนตะวัน

ผลของวิธีการที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของแกนตะวัน (ตารางที่ 1) วัดค่าสีด้วยระบบ CIE พบว่าการลวกในน้ำเดือดส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของแกนตะวันมากที่สุด โดยค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแกนตะวันก่อนลวก ซึ่งแปรผันตรงกับค่าความเข้มสี (H^*) โดยค่าความเข้มสีเข้าใกล้ 90 คือ อยู่ในกลุ่มสีเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับค่า a^* และ b^* มีค่าอยู่ในช่วงสีเขียวและสีเหลือง การลวกในน้ำเดือดในเวลานานขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแช่ในสารละลายต่าง ๆ การแช่ในสารละลายสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลในแกนตะวันดีกว่าการลวกในน้ำเดือด

การติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าสีของแกนตะวันเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน (ตารางที่ 2) พบว่าค่าสีของแกนตะวันมีแนวโน้มของการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใช้วิธีการแช่ในสารละลาย แต่ค่าสีน้ำตาลมีแนวโน้มสูงขึ้นในตัวอย่างแกนตะวันที่ผ่านการลวกและในแกนตะวันในตัวอย่างควบคุม ค่าการเกิดสีน้ำตาล (browning value) ของแกนตะวันแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งคำนวณจากค่าความสว่างที่เปลี่ยนแปลงไปของแกนตะวันโดยใช้ค่าความสว่างของแกนตะวันสดเป็นค่าเริ่มต้น พบว่าการลวกในน้ำเดือดที่เวลา 120 วินาที ส่งผลต่อค่าการเกิดสีน้ำตาลสูงที่สุด รองลงมา คือ การลวกในน้ำเดือดที่ 90 และ 60 วินาที ตามลำดับ การแช่แกนตะวันในสารละลายโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำ มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลของแกนตะวัน

โดยทั่วไปแกนตะวันสดที่ผ่านขั้นตอนการการปอกเปลือกและการตัดแต่งสีของแกนตะวันจะเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากการทำงานของ

เอนไซม์ในกลุ่มฟีนอกเลส และแกนตะวันจะมีสีคล้ำขึ้นเมื่อผ่านการให้ความร้อน ซึ่งเป็นการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ [10] ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวกับเอนไซม์นี้เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของแกนตะวันเกิดการชำรุด ผิด ขาด เมื่อถูกกระทบ บด หั่น หรือสับ ทำให้เอนไซม์ในกลุ่มฟีนอกเลส เช่น พอลิฟีนอลออกซิเดส ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น คือ สารประกอบโมโนฟีนอลที่อยู่ในเซลล์พืช และออกซิเจนได้เป็นสารไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสี และออกซิไดซ์ต่อเป็นออร์โท-ควิโนน (o-quinone) ซึ่งมีสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นโพลิเมอร์เกิดเป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่มีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) [5] ซึ่งสังเกตได้จากแกนตะวันสดที่ปอกเปลือกและหั่นทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศ ปกติจะเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป โดยทั่วไปการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ทำได้หลายวิธี อาทิ การทำให้เอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติโดยการใช้ความร้อน การปรับให้เป็นกรดเมื่อค่าความเป็นกรดต่างลดลงเอนไซม์จะถูกยับยั้งการทำงานเพราะเสียสภาพธรรมชาติ การใช้สารรีดิวซิงเอเจนต์เพื่อรีดิวซ์โอ-ควิโนนกลับเป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งไม่มีสี รวมไปถึงการป้องกันไม่ให้สัมผัสกับออกซิเจนโดยการจุ่มในน้ำผึ้งหรือน้ำเกลือ โดยการทดลองนี้พบว่าการใช้สารรีดิวซิงเอเจนต์ด้วยการแช่แกนตะวันในสารละลายโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำ มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลของแกนตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

แกนตะวันสดที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วมีคล้ำขึ้นอาจเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน อาทิ การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์ [11] คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างเป็นวงโพโรไพรินประกอบด้วยวงแหวนไพโรล 4 วง เรียงติดกัน มี Mg^{+2} อยู่ตรงกลาง โดยทั่วไปคลอโรฟิลล์ไม่คง

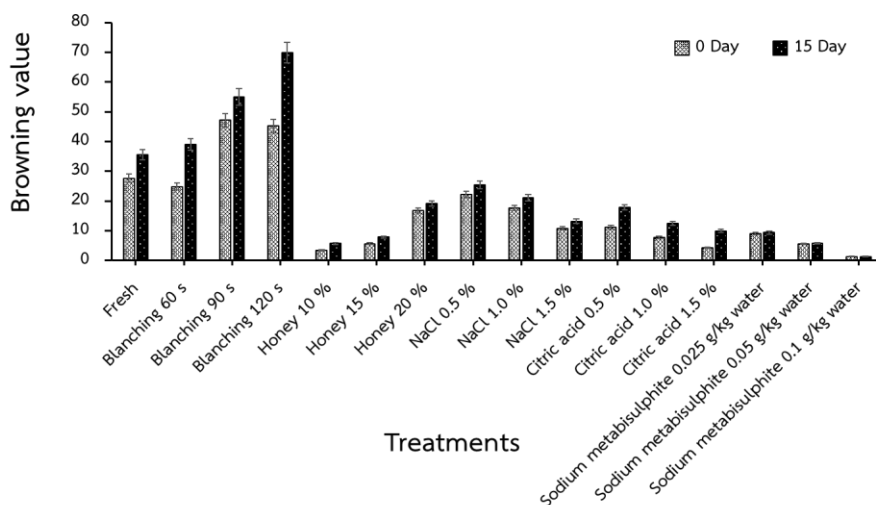


Figure 2 The effect of different methods on browning value of Jerusalem artichoke after 0 day and 15 days for keeping at 4 °C

Table 2 The effect of different methods on color changing of Jerusalem artichoke after 15 days for keeping at 4 °C

Treatments	Colors				
	L*	a*	b*	C*	H°
Fresh	90.55±0.33 ^a	-3.83±0.18 ^k	18.16±0.13 ^a	18.50±0.13 ^a	111.39±0.16 ^a
Control	58.36±0.30 ^l	0.92±0.03 ^c	7.09±0.02 ^m	7.34±0.01 ^j	82.32±0.10 ^k
Blanching 60 s	55.27±0.42 ^m	0.22±0.028 ^d	26.43±0.09 ^c	26.32±0.10 ^c	87.14±0.15 ^j
Blanching 90 s	40.76±0.10 ⁿ	1.95±0.04 ^b	39.34±0.17 ^b	39.29±0.19 ^b	79.39±0.17 ^l
Blanching 120 s	35.41±0.07 ^o	2.54±0.05 ^a	43.39±0.34 ^a	43.74±0.85 ^a	68.33±0.21 ^m
Honey 10 %	85.33±0.32 ^b	-3.05±0.05 ^k	12.20±0.11 ^f	12.56±0.02 ^f	101.26±0.11 ^d
Honey 15 %	83.40±0.33 ^c	-2.03±0.03 ^e	13.43±0.08 ^e	13.50±0.25 ^e	101.06±0.04 ^d
Honey 20 %	73.16±0.14 ^j	-2.19±0.01 ^f	10.19±0.18 ⁱ	10.25±0.07 ^g	99.21±0.06 ^g
NaCl 0.5 %	67.52±0.23 ^k	-2.50±0.05 ⁱ	8.41±0.07 ^l	9.41±0.39 ^{hi}	99.36±0.20 ^g
NaCl 1.0 %	71.35±0.21 ^j	-2.59±0.06 ⁱ	10.28±0.15 ⁱ	10.34±0.07 ^g	100.50±0.21 ^e
NaCl 1.5 %	78.55±0.06 ^g	-3.06±0.05 ^k	12.30±0.19 ^f	13.16±0.09 ^e	102.20±0.18 ^c
Citric acid 0.5 %	74.30±0.06 ^h	-2.06±0.04 ^e	9.26±0.34 ^k	9.23±0.06 ^{hi}	97.17±0.12 ^j
Citric acid 1.0 %	79.30±0.04 ^f	-2.31±0.09 ^g	9.29±0.07 ^k	9.68±0.08 ^h	98.28±0.29 ^h
Citric acid 1.5 %	81.49±0.09 ^e	-2.91±0.08 ^j	9.87±0.10 ^j	9.20±0.09 ^j	100.13±0.10 ^f
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.025 g/kg H ₂ O	82.05±0.04 ^d	-2.41±0.09 ^h	9.98±0.03 ^{ij}	9.45±0.12 ^{hi}	102.30±0.10 ^c
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.05 g/kg H ₂ O	85.29±0.22 ^b	-2.58±0.06 ⁱ	12.27±0.13 ^f	12.36±0.02 ^f	105.19±0.07 ^b
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.1 g/kg H ₂ O	89.29±0.40 ^a	-3.00±0.01 ^k	14.41±0.30 ^d	14.23±0.20 ^d	109.08±0.07 ^a

Mean ± SD; ^{a-o} means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

ตัวต่อความร้อน เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นฟิโอฟิตินซึ่งมีสีเขียวน้ำตาล [5] นอกจากนี้ในแก่นตะวันยังมีอินนูลิน ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่งในกลุ่มพรุกแทน ประกอบด้วยน้ำตาลพรุกโทสที่เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวจำนวน 2-60 หน่วย บางโครงสร้างอาจมีน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อที่ปลายสายด้วย [12] อินนูลินมีส่วนทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสารประกอบหลายชนิดที่ให้น้ำตาลและกลิ่นรสต่าง ๆ สอดคล้องกับรายงานของ Lee และคณะ [13] ซึ่งศึกษาการเกิดสีน้ำตาลในคุกกี้ที่มีส่วนผสมของแก่นตะวัน พบว่าอินนูลินในแก่นตะวันส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดในระหว่างการอบคุกกี้ทำให้สีของคุกกี้แก่นตะวันเข้มขึ้น

3.3 ผลของวิธีการที่ต่างกันต่อค่าความแข็งของแก่นตะวัน

ผลการศึกษาวิธีการที่ต่างกันต่อค่าความแข็งของแก่นตะวันแสดงในรูปที่ 3 พบว่าค่าความแข็งของแก่นตะวันมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการลวกเพิ่มขึ้น โดยการลวกที่เวลา 120 วินาที ทำให้ค่าความแข็งของแก่นตะวันลดลงมากที่สุด รองลงมา คือ การลวกในน้ำเดือด 90 และ 60 วินาที ตามลำดับ ส่วนการแช่แก่นตะวันในสารละลายต่าง ๆ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของแก่นตะวันเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแก่นตะวันสดในตัวอย่างควบคุม การลวกจะทำให้เนื้อหุ้มเซลล์ของแก่นตะวันอ่อนตัวลง ส่งผลให้ความแข็งแรงลดลง โดยทั่วไปความแข็งแรงด้านเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่ผนังเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลักเป็นเซลลูโลส ที่เป็นเส้นใยไม่ละลายน้ำ ประสานอยู่

ร่วมกับโครงข่ายของเฮมิเซลลูโลสและเพคติน เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสจับยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรงและสามารถต้านทานการฉีกขาด ส่วนเพคตินและเฮมิเซลลูโลสให้ความเป็นพลาสติกมีความสามารถในการยืดเกาะดี โดยเฮมิเซลลูโลสเป็นกลุ่มของสารประกอบหลายชนิด เฮมิเซลลูโลสจะแทรกและยึดตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสในผนังเซลล์พืชจึงมีส่วนให้ความแข็งแรงกับผนังเซลล์ [14] การลวกส่งผลให้ความแข็งแรงในโครงข่ายผนังเซลล์ของแก่นตะวันลดลง ทำให้เนื้อสัมผัสของแก่นตะวันที่ผ่านการลวกอ่อนตัวลง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรโตเพคตินและเพคติน โปรโตเพคตินเป็นสารประกอบตั้งต้นของเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ ไม่สามารถเกิดเจล เมื่ออยู่ด้วยเอนไซม์หรือไฮโดรไลซิซจะเปลี่ยนเป็นเพคติน พบในเนื้อเยื่อในส่วนมีดเคิลลามลลลลลล ส่วนเพคตินเป็นสารประกอบที่พบมากในผนังเซลล์พืชมีบทบาทในการยึดเกาะระหว่างเซลล์ เพคตินเป็นโมเลกุลที่เกิดจากการเชื่อมต่อของกรดกาแล็กทูโรนิก สายยาวของเพคตินอาจเกิดการเชื่อมข้ามได้หลายลักษณะ ทำให้เพคตินละลายได้หลายระดับ โมเลกุลของเพคตินแทรกอยู่ระหว่างเซลลูโลส ทำหน้าที่ประสานโมเลกุลต่าง ๆ ในผนังเซลล์เข้าด้วยกัน เช่นเดียวกับปูนในผนังคอนกรีต [15]

3.4 ผลของวิธีการที่ต่างกันต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแก่นตะวัน

ลักษณะปรากฏบริเวณผิวของแก่นตะวันก่อนและหลังเตรียมด้วยวิธีการที่ต่างกันแสดงในรูปที่ 4 เมื่อเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่าลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของแก่นตะวันเปลี่ยนแปลงไป ความสว่างที่บริเวณผิวหน้ามีแนวโน้มลดลง เนื้อสัมผัสแน่น กลิ่นปกติ ส่วนแก่นตะวันที่ผ่านการลวกที่เวลาต่าง ๆ กันนั้น

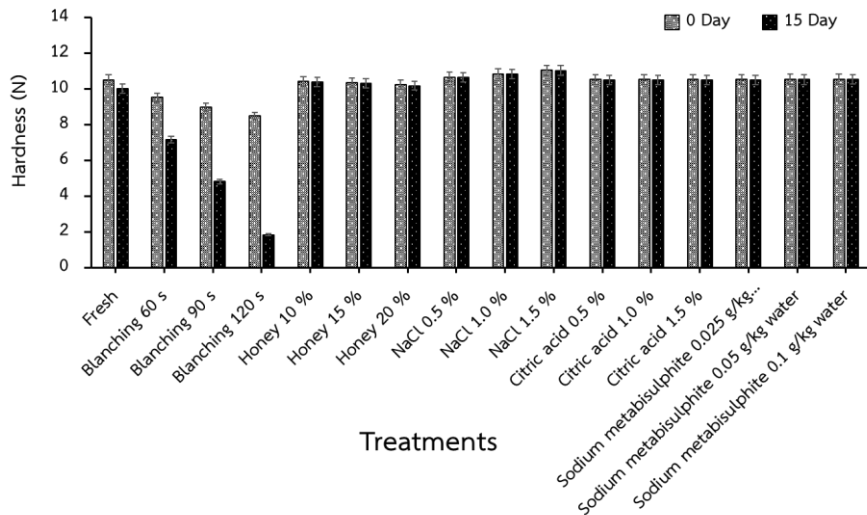


Figure 3 The effect of different methods on hardness of Jerusalem artichoke after 0 day and 15 days for keeping at 4 °C

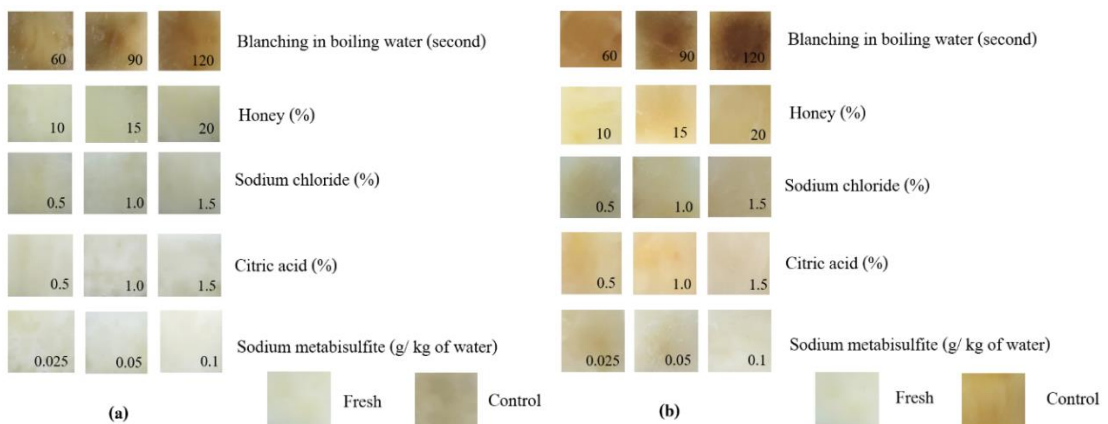


Figure 4 The effect of different methods on appearances of Jerusalem artichoke after 0 day (a) and 15 days for keeping at 4 °C (b)

พบว่าเนื้อสัมผัสนุ่มลง เมื่อใช้มีดกดลงไปจะมีน้ำซึมออกมา มีกลิ่นเหม็นคล้ายกลิ่นเน่าเสีย และมียางเหนียวยึดบริเวณผิวแก่จนตวัน ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแก่จนตวันที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการที่ต่างกัน (ตารางที่ 3 และ 4) พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวม เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจาก

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมของแก่จนตวันที่ผ่านการลวกในน้ำเดือดมีค่าต่ำที่สุด สอดคล้องกับผลที่ได้จากการสังเกตลักษณะปรากฏ ค่าการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่าความแข็งที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น แก่จนตวันที่ผ่านการลวกหลังจากเก็บไว้ในอุณหภูมิแช่เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15

วัน เกิดการเน่าเสีย เนื้อสัมผัสนิ่ม มีกลิ่นเน่าเหม็นชัดเจน อาจเนื่องจากผลของการให้ความร้อนไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์แก่เน่าเนวันผองเซลล์ถูกทำลาย ทำให้่ายต่อการเข้าไปเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ส่วนแก่เนวันที่ผ่านการแช่สารละลายต่าง ๆ จากการสังเกตลักษณะปรากฏเบื้องต้นยังมีลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นปกติ พบเพียงการเปลี่ยนแปลงของสีที่บริเวณผิวหน้า แก่เนวันที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมเมแทโบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำ มีการเกิดสีน้ำตาลบริเวณผิวนาน้อยที่สุดและมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมสูงที่สุด

การแข่งกันตะวันในสารละลายต่าง ๆ มี
ส่วนช่วยในการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ก่อโรค

ต่าง ๆ ได้ อาทิ การแช่แค้นตะวันในสารละลายน้ำเกลือ (NaCl) เกลือมีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลาย เพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร ซึ่งเกลือจะช่วยลดแอกทิวิตีของน้ำ ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรค ส่วนน้ำผึ้งซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่เป็นผลิตภัณฑ์ของน้ำหวานจากดอกไม้และจากแหล่งน้ำหวานอื่น ๆ องค์ประกอบทางเคมีที่มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น กรดในน้ำผึ้ง เนื่องจากน้ำผึ้งมีรสหวานจัด รสเปรี้ยวของสภาพความเป็นกรด จึงถูกปิดบังเอาไว้ กรดในน้ำผึ้งมีหลายชนิด เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดซัคซินิก กรดที่สำคัญที่สุดในน้ำผึ้ง คือ กรดกลูโคินิก ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลเดกซ์โทรส ในน้ำผึ้งยังมีการ

Table 3 The effect of different methods on sensory evaluation of Jerusalem artichoke

Treatments	Attributes			
	Appearance	Texture	Flavor	Overall liking
Room temperature	5.00±0.85 ^g	5.07±1.33 ^c	5.60±1.06 ^b	5.33±0.62 ^{cd}
Blanching 60 s	3.20±0.86 ^h	3.47±0.74 ^d	3.60±0.51 ^e	3.27±0.88 ^e
Blanching 90 s	3.00±0.42 ^{hi}	2.73±1.28 ^{de}	2.80±1.08 ^f	2.87±1.19 ^e
Blanching 120 s	2.40±0.83 ⁱ	2.13±1.06 ^e	2.07±0.88 ^g	2.13±0.99 ^f
Honey 10 %	7.47±0.52 ^{ab}	7.40±0.51 ^{ab}	7.40±0.63 ^a	7.53±0.52 ^{ab}
Honey 15 %	7.00±0.76 ^{bc}	7.00±0.65 ^{ab}	7.53±0.52 ^a	7.13±0.35 ^{ab}
Honey 20 %	6.60±0.91 ^{cd}	6.67±0.90 ^b	7.80±0.41 ^a	6.87±0.35 ^b
NaCl 0.5 %	6.07±0.80 ^{de}	7.00±0.85 ^{ab}	5.27±0.59 ^b	5.07±0.80 ^{cd}
NaCl 1.0 %	5.80±0.77 ^{ef}	7.60±0.51 ^a	5.07±0.70 ^b	5.20±0.68 ^{cd}
NaCl 1.5 %	6.07±0.80 ^{de}	7.73±0.88 ^a	5.00±0.85 ^{bc}	5.47±0.74 ^c
Citric acid 0.5 %	4.60±1.35 ^g	4.40±1.64 ^c	4.87±1.60 ^{bc}	4.67±1.11 ^d
Citric acid 1.0 %	5.00±1.56 ^g	4.80±1.32 ^c	4.33±1.63 ^{cd}	4.87±1.51 ^{cd}
Citric acid 1.5 %	5.27±1.22 ^{fg}	5.07±1.16 ^c	3.93±1.22 ^{de}	5.07±1.58 ^{cd}
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.025 g/kg H ₂ O	7.33±0.49 ^{ab}	7.27±1.10 ^{ab}	7.53±0.52 ^{ia}	7.20±0.86 ^{ab}
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.05 g/kg H ₂ O	7.40±0.51 ^{ab}	7.40±1.06 ^{ab}	7.60±0.63 ^a	7.53±0.52 ^{ab}
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.1 g/kg H ₂ O	7.80±0.77 ^a	7.53±0.99 ^a	7.53±0.64 ^a	7.67±0.62 ^a

Mean $\pm$ SD, ^{a-i} means within each column indicate significant differences ($p < 0.05$) using Duncan's multiple range test.

Table 4 The effect of different methods on sensory evaluation of Jerusalem artichoke after 15 days for keeping at 4 °C

Treatments	Attributes			
	Appearance	Texture	Flavor	Overall liking
Room temperature	2.93±0.70 ^g	3.20±0.86 ^e	3.93±0.88 ^{cd}	3.27±0.88 ^e
Blanching 60 s	2.27±0.80 ^h	1.93±1.03 ^f	2.07±0.88 ^e	1.87±0.74 ^f
Blanching 90 s	1.53±0.74 ⁱ	1.67±0.82 ^f	1.80±0.86 ^e	1.60±0.63 ^{fg}
Blanching 120 s	1.20±0.41 ⁱ	1.53±0.92 ^f	1.53±0.74 ^e	1.20±0.41 ^g
Honey 10 %	7.00±0.85 ^{ab}	6.93±1.03 ^a	6.87±0.92 ^a	7.00±0.76 ^{ab}
Honey 15 %	6.73±0.46 ^b	6.80±0.41 ^{ab}	7.33±0.49 ^a	6.87±0.35 ^{ab}
Honey 20 %	6.07±1.03 ^c	6.13±0.92 ^{bc}	7.00±1.31 ^a	6.60±0.74 ^b
NaCl 0.5 %	5.47±0.74 ^{cde}	6.00±0.93 ^c	5.07±0.46 ^b	5.00±0.85 ^{cd}
NaCl 1.0 %	5.53±0.83 ^{cde}	7.33±0.49 ^a	5.00±0.76 ^b	5.13±0.74 ^c
NaCl 1.5 %	5.67±1.35 ^{cd}	7.47±1.06 ^a	5.07±0.80 ^b	5.33±0.82 ^c
Citric acid 0.5 %	4.53±1.25 ^f	4.33±1.54 ^d	4.53±1.30 ^{bc}	4.47±1.13 ^d
Citric acid 1.0 %	4.87±1.46 ^{ef}	4.53±1.25 ^d	4.20±1.47 ^{cd}	4.73±1.28 ^{cd}
Citric acid 1.5 %	5.13±1.06 ^{def}	4.80±1.15 ^d	3.73±0.88 ^d	4.80±1.37 ^{cd}
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.025 g/kg H ₂ O	6.93±0.70 ^{ab}	6.87±1.13 ^{ab}	6.87±0.83 ^a	6.93±0.88 ^{abi}
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.05 g/kg H ₂ O	7.00±0.65 ^{ab}	7.07±0.26 ^a	7.13±0.52 ^a	7.00±0.38 ^{ab}
Na ₂ S ₂ O ₅ 0.1 g/kg H ₂ O	7.47±0.52 ^a	7.33±0.52 ^a	7.27±0.46 ^a	7.40±0.51 ^a

Mean ± SD, ^{a-i} means within each column indicate significant differences (p<0.05) using Duncan's multiple range test.

อะมิโนถึง 16 ชนิด นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์ คือ กรดฟอสฟอริกและกรดไฮโดรคลอริก นอกจากนี้ น้ำผึ้ง ยังมีสารอินทิพิทซึ่งมีสมบัติในการต่อต้านเชื้อโรค สารอินทิพิทมีผลต่อต้านเชื้อโรคเพราะมีการผลิตไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็น กลูโคโนแล็กโตน โดยเอนไซม์กลูโคออกซิเดส จึงมีการนำน้ำผึ้งมาใช้ในการรักษาบาดแผลสด ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แผลติดเชื้อ เป็นต้น [15] การแช่ในสารละลาย กรดซิตริก เป็นกรดอินทรีย์มีสูตรเคมี คือ C₆H₁₀O₈ ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้กรดซิตริกเพื่อปรับภาวะ ความเป็นกรดในอาหาร รวมถึงการใช้เป็นวัตถุกันเสีย ซึ่งการแช่แ่งวันในสารละลายกรดซิตริกส่งผลให้ค่า ความเป็นกรดต่างของแ่งวันลดลง การเจริญของ จุลินทรีย์เกิดได้ยากขึ้น ส่วนการแช่แ่งวันใน

สารละลายโซเดียมเมแทบอลิไฟต์เป็นสารกลุ่มซัลไฟต์ ที่ใช้เป็นวัตถุกันเสียเพื่อการถนอมอาหาร มีสูตร โครงสร้าง คือ Na₂S₂O₅ โดยโซเดียมเมแทบอลิไฟต์จะ เข้าไปควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ หรือไปทำลาย ส่วนหนึ่งส่วนใด หรือเซลล์ของจุลินทรีย์ในอาหาร [16]

4. สรุป

ผลของวิธีการที่แตกต่างกันผลต่อคุณภาพของ เนื้อแ่งวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยการลวกใน น้ำเดือดส่งต่อคุณภาพของแ่งวันมากที่สุด คือ สี ของเนื้อแ่งวันคล้ำขึ้น ค่าการสูญเสียน้ำหนักสูง ส่งผลให้เนื้อสัมผัสนุ่มลง การยอมรับของผู้ทดสอบอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบหลาย ๆ วิธีพบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมแ่งวันสดตัดแต่งพร้อม

บริโภคจากการทดลองนี้ คือ การแช่ในในสารละลาย โซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำ เนื่องจากมีค่าการเกิดสีน้ำตาลบริเวณ ผิวหน้าของแ่งนตะวัน และค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ค่าความแข็งใกล้เคียงกับแ่งนตะวันสด และคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบรวมสูงที่สุด องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแปรรูปแ่งนตะวันเป็นผลิตภัณฑ์แ่งนตะวันสดตัดแต่งพร้อมบริโภค เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่รักสุขภาพ รวมถึงการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแปรรูปแ่งนตะวันให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์แ่งนตะวันสดแช่เยือกแข็ง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว ที่กรุณาให้ใช้สถานที่ และเครื่องมือในการทดลอง

6. References

- [1] Pewsa-ard, J. and Seephaya, C., Jerusalem Artichoke, Available Source: <http://www.dss.go.th/images/st-article/sti-2-2558-SunChoke.pdf>, July 25, 2018. (in Thai)
- [2] Tudpor, S. and Singthong, J., 2017, Bioactive compound and antioxidant activity of sunchoke (*Helianthus tuberosus* L.) at different harvest times, J. Sci. Tech., Ubonratchathani Univ. 19: 45-57. (in Thai)
- [3] Kaewwongsa, W., Puewdum, M. and Pensu, V., 2013, Effect of Jerusalem artichoke powder in diets on egg production performance in laying hens, Agric. Sci. J. (Suppl.): 271-274. (in Thai)
- [4] Thai Agricultural Standard, Good Manufacturing Practices for Ready-to-Eat Fresh Pre-Cut Fruits and Vegetables, Available Source: <http://www.acfs.go.th/standard/download/GMP-CUT-FRUIT-AND-VEGETABLES.pdf>, August 25, 2018. (in Thai)
- [5] Rattanapanone, N., 2014, Food chemistry, Bangkok, Odeon store, 504 p. (in Thai)
- [6] Bhoyen, K. and Suwonsichon, S., 2013, Effects of blanching and acid treatments on chemical and physical properties of Jerusalem artichoke powder, pp. 178-185, 51th Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics, Agro-Industry, Bangkok. (in Thai)
- [7] Lertwiram, P. and Sawatming, P., Use of Rice Bran Extracts, Chemical Method and Thermal Process to Delay Browning in Mashed Potato, Available Source: http://www.agro.cmu.ac.th/agro60/schoolfst/601499/research_exercise_journal/file_upload/551310036.pdf, August 25, 2018. (in Thai)
- [8] Duncan, D.B., 1995, Multiple range and multiple F tests, Biometrics 11: 1-42.
- [9] Yuenyongputtakal, W., 2013, Factors influencing on dewatering by osmotic dehydration of fruits and vegetables, Burapha Sci. 18(1): 226-233. (in Thai)

- [10] Bach, V., Jensen, S., Clausen, M.R., Bertram, H.C. and Edelenbos, M., 2013, Enzymatic browning and after-cooking darkening of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.), Food Chem. 141: 1445-1450.
- [11] Kaszas, L., Kovacs, Z., Nagy, E., Elhawat, N., Abdalla, N. and Domokos-Szabolcsy, E., 2018, Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) as a potential chlorophyll source for humans and animals nutrition, Env. Biodiv. Soil Security 2: 1-9.
- [12] Tanjor, S., Judprasong, K., Chaito, C. and Jogloy, S. 2012, Inulin and fructooligo sacharides in different varieties of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), KKU Res. J. 17(1): 25-34. (in Thai)
- [13] Lee, Y.J., Lee, O. and Yoon, W.B., 2017, Effect of inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) flour on the viscoelastic behavior of cookie dough and quality of cookies, pp. 35-44, Proceedings of the International Food Operations and Processing Simulation Workshop.
- [14] Sila, D.N., Smout, C., Vu, S.T., Loey, A.V. and Hendrickx, M., 2005, Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing, J. Food Sci. 70: E85-E91.
- [15] Suphamityotin, P., 2013, Fruit and Vegetable Technology, Odeon Store, Bangkok, 280 p. (in Thai)
- [16] Israili, Z.H., 2014, Antimicrobial properties of honey, Am. J. Ther. 21: 304-323.