KKU SCIENCE JOURNAL
Journal Home Page : https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ
Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand

ผลของเกลือ น้ำตาลทราย และน้ำผึ้ง ที่มีต่อคุณภาพของมะกอกน้ำดอง

Effects of Salt, Table Sugar and Honey on the Quality of Pickled Makoknam (*Elaeocarpus hygrophilus* Kurz.)

สุภางค์ เรืองฉาย[1*]

Supang Ruangchai[1*]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพมหานคร 10400

[1]School of Science and Technology, University of The Thai Chamber of Commerce, Bangkok, 10400, Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณเกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ ในการทำมะกอกน้ำดอง พบว่ามะกอกน้ำดองที่ใช้เกลือร้อยละ 12 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลที่ร้อยละ 6 โดยน้ำหนักน้ำ ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.3 ± 0.14 8.1 ± 0.14 8.0 ± 0.13 7.9 ± 0.14 8.0 ± 0.14 และ 8.1 ± 0.14 ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบทางเคมีกายภาพ พบว่าปริมาณของเกลือและน้ำตาลทรายที่มากขึ้น ส่งผลให้มะกอกน้ำมีสีคล้ำขึ้น (L*) ลดลง ขณะที่สีเขียว (a*) และสีเหลือง (b*) จะมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับค่า Chroma และ Hue ที่สีแดงลดลง นอกจากนี้ยังพบว่ายิ่งใช้ปริมาณของเกลือและน้ำตาลทรายมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาตรของผลมะกอกน้ำ แรงกด (N) และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง แต่ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีความชื้นลดลง แต่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid; ºBrix) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษามะกอกน้ำดอง ที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน โดยเปรียบเทียบระหว่างการเก็บในน้ำผึ้งและเก็บโดยไม่ใช้น้ำผึ้ง พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรียของมะกอกน้ำดองที่เก็บในน้ำผึ้งจะมีอัตราเจริญเติบโตที่ลดลงมากกว่ามะกอกน้ำที่เก็บโดยไม่ใช้น้ำผึ้ง

ABSTRACT

The study on the amount of salt at 10, 12 and 14% by water weight together with the amount of table sugar at 3, 6 and 9% by water weight for pickled makoknam. The results showed that the amount of salt at 12% by water weight and the amount of table sugar at 6% by water weight was highest accepted by sensory evaluation such as appearance, color, flavor, texture, flavour and overall acceptability with the scores of 8.3 ± 0.14, 8.1 ± 0.14, 8.0 ± 0.13, 7.9 ± 0.14, 8.0 ± 0.14 and 8.1 ± 0.14, respectively. The physicochemical quality evaluation showed that larger quantity of salt and table sugar resulted in makoknam with darker color (reduced L*), less green (increased a*) and yellower (increased b*). This corresponds to the lower red chroma and hue value. It was also found that the use of higher amount of

E-mail: rainythai@hotmail.com

Received: date: 2 February 2024 | Revised date: 12 June 2024 | Accepted date: 14 June 2024

salt and table sugar resulted in the reduction in the pickled makoknam volume, pressure (N), pH and moisture, while the total acid and total soluble solid (°Brix) increased ($p \leq 0.05$). The pickled makoknam was then stored with and without honey at 0 - 4 ºC for 10 days. The results revealed that storage of pickled makoknam in honey reduced the total plate count and the amount of lactic acid bacteria compared to the pickled makoknam that was stored without honey.

คำสำคัญ: มะกอกน้ำ เกลือ น้ำตาลทราย น้ำผึ้ง แลคติคแอซิดแบคทีเรีย
Keywords: Makoknam, Salt, Table Sugar, Honey, Lactic Acid Bacteria

บทนำ

มะกอกน้ำหรือสมอพิพ่าย (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Elaeocarpus hygrophilus* Kurz.) เป็นพืชพื้นเมืองในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบทั้งในประเทศไทย กัมพูชา เวียดนาม เป็นต้น มะกอกน้ำมีฤทธิ์ต้านไวรัส (โดยเฉพาะไวรัสไข้หวัดใหญ่ influenza) มีฤทธิ์ปกป้องระบบประสาทส่วนต่างๆ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปนิยมนำมะกอกน้ำมาทำแยมหรือนำมาหมักกับข้าวเพื่อทำไวน์ ขณะที่คนไทยนิยมนำมาดองเพื่อรับประทานในรูปแบบมะกอกน้ำดองทรงเครื่อง การดองเป็นการถนอมอาหารโดยเก็บวัตถุดิบในน้ำเกลือ น้ำส้มสายชู น้ำตาล อาจมีการเติมเครื่องเทศหรือน้ำมัน เป็นต้น โดยการดองช่วยชะลอการเน่าเสียของวัตถุดิบจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียได้ง่าย ให้สามารถนำมาบริโภคได้นานขึ้น นอกจากนี้การดองยังทำให้มีรสชาติและกลิ่นรสที่ดีขึ้น เป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำ และช่วยสร้างมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ แต่การดองด้วยเกลือและน้ำตาลทรายอาจทำให้ผู้บริโภคมีอาการปวดเกร็งท้องได้ เพราะกรดที่สูงของผลไม้ดองที่ถูกกำหนดให้มีความเป็นกรดด่างไม่เกิน 3.5 (มผช. 160/2546) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2564) ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาปัจจัยอันได้แก่ปริมาณเกลือ และปริมาณน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการดองมะกอกน้ำ เพื่อให้คุณภาพที่ดี เช่น กลิ่น สี เป็นต้น รวมทั้งการใช้น้ำผึ้งเป็นปัจจัยเสริม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นและเชื้อราที่เป็นปัจจัยที่ทำให้มะกอกน้ำดองเน่าเสียหรือเสื่อมสภาพได้ง่าย รวมทั้งยังเป็นการถนอมอาหารให้เก็บรักษาได้นานขึ้น เพราะน้ำผึ้งมีสารไฟโตเคมิคอล ได้แก่ สารกลุ่มฟีนอลิค อันประกอบด้วย พิโนเซมบริน ไครซิน พิโนบาสกิน อะคาซิตินและแคมเฟอรอล เป็นต้น ซึ่งพิโนเซมบรินสามารถต้านจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด รวมทั้งมีไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เป็นสารที่ผลิตโดยเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส เอนไซม์ชนิดนี้หลั่งจากต่อมไฮโพฟารินเจลของผึ้ง ไปยังน้ำหวานเพื่อช่วยในการย่อยให้เป็นน้ำผึ้ง (มนตรา, 2553) โดยไม่ต้องใช้สารกันบูดถือเป็นเทคนิคการถนอมอาหารอย่างผสมผสาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตผลมะกอกน้ำดองน้ำเกลือ

การเลือกมะกอกน้ำ ให้เลือกมะกอกน้ำผลสีเขียว ขนาดของผลที่มีความกว้าง 3 เซนติเมตร ความยาว 5 เซนติเมตร เนื้อสัมผัสเมื่อบีบแล้วยังมีความคงตัวอยู่ ไม่นิ่ม ใช้มีดคมๆ กรีดที่ผลมะกอกน้ำจากหัวถึงท้ายแต่อย่าให้ถึงเมล็ด ผลละ 4 ริ้ว

นำเกลือ (ตราปรุงทิพย์) และน้ำตาลทราย (ตรามิตรผล) ผสมน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ใส่ในหม้อสแตนเลส ยกขึ้นตั้งไฟให้ความร้อน คนให้เข้ากัน ต้มให้เดือด นำผลมะกอกน้ำที่ล้างน้ำจนสะอาดและทำให้สะเด็ดน้ำแล้ว 600 กรัม ลงไปต้มเป็นเวลา 5 นาที เทใส่โหลแก้วขนาด 1,500 มิลลิลิตร (ที่ล้างและฆ่าเชื้อในน้ำเดือด 10 นาที) ปิดฝา เก็บที่อุณหภูมิห้อง 25 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเก็บใส่ตู้เย็น (อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส)

2. การศึกษาผลของปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายต่อมะกอกน้ำดอง

ศึกษาความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ ตามลำดับ หลังจากดองได้ 72 ชั่วโมง นำมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยนำตัวอย่าง 50 กรัม ใส่ในถ้วยพลาสติก (ขนาดบรรจุ 80 กรัม) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9 - points Hedonic scale Test (9 = ยอมรับมากที่สุด 8 = ยอมรับมาก 7 = ยอมรับน้อย 6 = ยอมรับน้อยมาก 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ยอมรับน้อยมาก 3 = ไม่ยอมรับน้อย 2 = ไม่ยอมรับมาก 1 = ยอมรับน้อยที่สุด) ประเมินคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบุคคลทั่วไปจำนวน 40 คน อายุระหว่าง 17 - 60 ปี (จำนวน 3 ซ้ำ)

2.2 การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ (จำนวน 3 ซ้ำ)

- การทดสอบค่าสี โดยการวัดเป็น CIE color ได้แก่ ค่า L* หรือความสว่าง (0 = สีดำ 100 = สีขาว) ค่า a* (+a = สีแดง -a = สีเขียว) และ b* (+b = สีเหลือง -b = สีน้ำเงิน) ด้วยเครื่อง Hunter Lab colorimeter (Colorflex®) บริษัท คัลเลอร์ โกลโบล จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งแปลงค่าวัดเป็นค่า Chroma และค่า Hue

- การวัดปริมาตรโดยแทนที่ด้วยเมล็ดงา (โดยนำเมล็ดงา 250 กรัม ใส่ในกระบอกตวง ปริมาตร 500 ml วัดความสูงของเมล็ดงา เทเมล็ดงาออกครึ่งหนึ่ง ใส่ผลมะกอกน้ำ 50 กรัม ลงไป จากนั้นเทเมล็ดงาที่เหลือทั้งหมดลงไป วัดความสูงของเมล็ดงาและผลมะกอกน้ำทั้งหมด นำมาคำนวณหาปริมาตรตามสูตร $\pi r^2 h$) ปรับวิธีวัดจาก สุภางค์ (2564)

- การวัดเนื้อสัมผัส ด้านแรงกด ใช้หัวกดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง Texturometer รุ่น LRX บริษัท Lloyd Instrument ประเทศอังกฤษ เตรียมตัวอย่างโดยคว้านเมล็ดออก ให้มีความหนา 0.6 เซนติเมตร โดยใช้ระยะกด 0.3 เซนติเมตร

- วัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้เครื่อง pH-meter รุ่น PH211 บริษัท HANNA Instrument ประเทศอิตาลี

- ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) โดยใช้วิธีการไตเตรท (AOAC, 2000)

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid; ºBrix) โดยใช้ Brix Refractometer 60-100Brix รุ่น MASTER-100H

3. การใช้น้ำผึ้งในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในมะกอกน้ำดอง

โดยนำมะกอกน้ำดองที่ใช้เกลือร้อยละ 12 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 6 โดยน้ำหนักน้ำมาทดสอบเปรียบเทียบระหว่างแช่ผลมะกอกน้ำดองในน้ำผึ้ง (โดยตักผลมะกอกน้ำที่ผ่านการดองแล้ว ใส่กล่องพลาสติก เทน้ำผึ้งตราดอยคำให้ท่วมผลมะกอกน้ำ ในอัตราส่วน 1:1 แล้วปิดฝา) และการไม่เก็บในน้ำผึ้ง โดยเก็บใส่ตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน (จำนวน 3 ซ้ำ) นำมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

- การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1990)

- การวิเคราะห์ปริมาณ Lactic acid bacteria (AOAC, 1990)

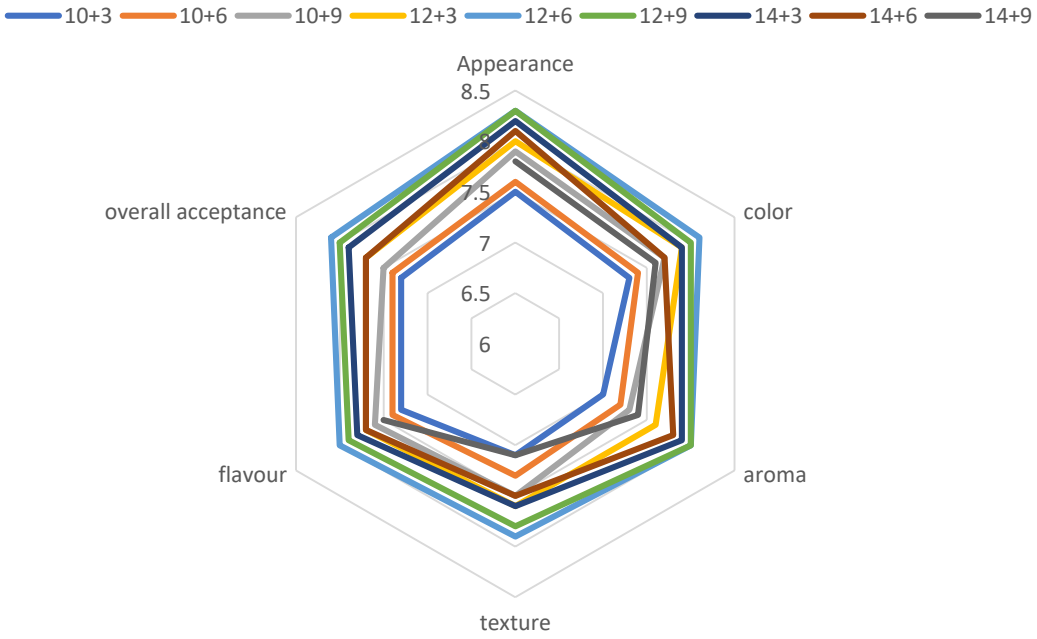
- การวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Complete randomized design (CRD) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์มะกอกน้ำดอง

จากรูปที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะกอกน้ำดอง พบว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้เกลือร้อยละ 12 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับน้ำตาลทรายร้อยละ 6 โดยน้ำหนักน้ำได้รับการยอมรับมากที่สุดด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.3 ± 0.14 8.1 ± 0.14 8.0 ± 0.13 7.9 ± 0.14 8.0 ± 0.14 และ 8.1 ± 0.14 ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์การยอมรับมาก โดยพบว่า

การใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ผลมะกอกน้ำมีเนื้อสัมผัสนิ่มขึ้น ผู้ทดสอบสามารถนำผลมะกอกน้ำมาบิดูลักษณะง่ายขึ้น แต่การใช้เกลือและน้ำตาลทรายในปริมาณมากเกินไป ลักษณะของผลมะกอกน้ำจะนิ่มมากเกินไป สีจะคล้ำมากที่สุด กลิ่นหมักที่เกิดขึ้นจะแรงที่สุด ส่งผลให้ความชอบโดยรวมลดลง ในขณะที่การใช้เกลือและน้ำตาลทรายในปริมาณน้อยเกินไป ลักษณะของผลมะกอกน้ำจะบิยาก สีจะเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด กลิ่นหมักที่เกิดขึ้นจะน้อยที่สุด ส่งผลให้ความชอบโดยรวมมีค่าไม่มาก



รูปที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะกอกน้ำดอง โดยใช้เกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ

ตารางที่ 1 ค่าสีของมะกอกน้ำดอง โดยใช้เกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ

เกลือ + น้ำตาลทราย (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำ)	ค่าสี				
	L*	a*	b*	Chroma	Hue
10 + 3	68.04^{a}±0.04	-41.50^{i}±0.02	1.13^{i}±0.03	8.99	-0.03R
10 + 6	66.14^{b}±0.04	-41.17^{h}±0.02	3.14^{h}±0.03	8.72	-0.08R
10 + 9	63.23^{c}±0.04	-41.00^{g}±0.03	5.12^{g}±0.05	8.47	-0.12R
12 + 3	56.43^{d}±0.03	-40.83^{f}±0.04	9.01^{f}±0.04	7.98	-0.22R
12 + 6	54.24^{e}±0.04	-40.59^{e}±0.02	10.93^{e}±0.03	7.70	-0.26R
12 + 9	52.55^{f}±0.04	-40.38^{d}±0.02	12.27^{d}±0.03	7.50	-0.29R
14 + 3	42.13^{g}±0.04	-40.29^{c}±0.03	15.32^{c}±0.05	7.10	-0.36R
14 + 6	38.03^{h}±0.03	-40.15^{b}±0.04	16.01^{b}±0.04	6.95	-0.38R
14 + 9	35.22^{i}±0.04	-40.01^{a}±0.02	17.13^{a}±0.03	6.76	-0.40R

$^{a,b,.....,i}$ อักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) L* = lightness (0 = darkness, 100 = lightness) a* = red / green (+ = red, - = green) b* = yellow / blue (+ = yellow, - = blue) Chroma คือ ความสดหรือความอิ่มตัวของสี มีค่า 1 – 9 Hue คือ ค่าโทนสี เช่น R = แดง Y = เหลือง

จากตารางที่ 1 เมื่อวัดค่าสีของผลมะกอกน้ำดอง พบว่าเมื่อใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายมากขึ้น ส่งผลให้สีของผลมะกอกน้ำยิ่งเปลี่ยนจากสีเขียวสดเป็นสีเขียวอมน้ำตาลมากขึ้น (สอดคล้องกับผลการทดลองในตารางที่ 1) โดยจะเห็นได้จากค่า L* ที่ลดลงแสดงว่ามีสีคล้ำขึ้น สีเขียวของผลมะกอกน้ำดองจะลดลงตามปริมาณของเกลือและน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้น ดูได้จากค่า a* (-) ที่มีค่าตัวเลขน้อยลง และสีเหลืองของผลมะกอกน้ำดองจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเกลือและน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้น ดูได้จากของค่า b* (+) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเกลือและน้ำตาลทรายทำให้คลอโรฟิลล์ในผลมะกอกน้ำลดลงและเปลี่ยนสี สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวัฒน์และคณะ (2537) พบว่าการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าว โดยยิ่งใช้ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์มากขึ้น ยิ่งส่งผลให้คลอโรฟิลล์ในข้าวลดลง ซึ่งสีที่เปลี่ยนไปจะทำให้ผู้ทดสอบยอมรับมากขึ้นในการใช้เกลือและน้ำตาลทรายที่เหมาะสมคือ สูตรที่ใช้เกลือร้อยละ 12 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับน้ำตาลทรายร้อยละ 6 โดยน้ำหนักน้ำ โดยการใช้ปริมาณเกลือกับน้ำตาลที่น้อยหรือมากเกินไปส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์ไม่น่ารับประทาน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปริมาณของเกลือและน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มของสีแดงนั้นลดลง ดูได้จากค่า Chroma และค่า Hue ที่ลดลง ซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่า a* ที่สีเขียวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ปริมาตรของผลมะกอกน้ำ (ก่อนละหลังดอง) โดยใช้เกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ

เกลือ + น้ำตาลทราย (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำ)	ปริมาตรของผลมะกอกน้ำดอง (ml)*	
	ก่อนดอง	หลังดอง
10 + 3	193.21^{a} ±0.10	190.12^{a} ±0.12
10 + 6	193.21^{a} ±0.10	189.34^{b} ±0.13
10 + 9	193.21^{a} ±0.10	188.49^{c} ±0.12
12 + 3	193.21^{a} ±0.10	179.13^{d} ±0.11
12 + 6	193.21^{a} ±0.10	178.22^{e} ±0.12
12 + 9	193.21^{a} ±0.10	176.34^{f} ±0.13
14 + 3	193.21^{a} ±0.10	172.49^{g} ±0.12
14 + 6	193.21^{a} ±0.10	171.72^{h} ±0.11
14 + 9	193.21^{a} ±0.10	171.22^{i} ±0.12

$^{a,b,.....,i}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวัดปริมาตรของผลมะกอกน้ำดอง (ตารางที่ 2) พบว่าเมื่อใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายมากขึ้น ส่งผลให้ผลมะกอกน้ำมีปริมาตรน้อยลง เพราะเกลือและน้ำตาลทรายที่มีความเข้มข้นจะออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ผลมะกอกน้ำ ทำให้น้ำภายในผลมะกอกน้ำที่มีความเข้มข้นของสารที่ต่ำกว่าสามารถซึมออกมาภายนอกเซลล์ได้ ส่งผลให้ผลมะกอกน้ำมีลักษณะเหี่ยว สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภางค์ (2564) พบว่าเมล็ดกระถินดองน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 4 8 12 และ 16 โดยน้ำหนักน้ำ) ส่งผลให้เมล็ดกระถินดองน้ำเกลือเหี่ยวมากขึ้นตามความเข้มข้นที่มากขึ้นของน้ำเกลือ ดังเช่นงานวิจัยของนรินทร์ และรัชนี (2562) พบว่าการใช้น้ำตาลตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป จะส่งผลให้แก่นตะวันมีความกรอบลดลง มีการสูญเสียน้ำหนัก ความเป็นกรดด่างลดลง และสีมีความเข้มขึ้น โดยการสูญเสียน้ำหนักคือการสูญเสียน้ำอันเกิดจากการออสโมซิส เป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลน้ำบางส่วนจากแก่นตะวัน ซึ่งเกิดความแตกต่างของแรงดันจากภายในเซลล์ของแก่นตะวันและน้ำตาล ทำให้เกิดการถ่ายโอนมวลสารระหว่างเซลล์ในลักษณะสวนทางกันผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน

ตารางที่ 3 ค่าแรงกดของผลมะกอกน้ำดอง โดยใช้เกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ

เกลือ + น้ำตาลทราย (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำ)	แรงกด (N)
10 + 3	22.92^{a} ±0.11
10 + 6	22.81^{b} ±0.10
10 + 9	22.72^{c} ±0.09
12 + 3	19.59^{d} ±0.11
12 + 6	19.18^{e} ±0.10
12 + 9	19.04^{f} ±0.09
14 + 3	17.76^{g} ±0.11
14 + 6	16.90^{h} ±0.10
14 + 9	15.72^{i} ±0.09

$^{a,b,.....,i}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเนื้อมะกอกน้ำดองมาวัดเนื้อสัมผัส โดยวัดค่าแรงกด (N) ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า การใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายที่มากขึ้น ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลมะกอกน้ำมีความนิ่มมากขึ้น เห็นได้จากค่าแรงกดที่ลดลง เนื่องจากเกลือและน้ำตาลทรายที่ออสโมซิสเข้าสู่ในผลมะกอกน้ำ ทำให้เซลล์มีการขยายตัวและแตกออก ขณะเดียวกับที่น้ำในเซลล์ก็แพร่ออกนอกเซลล์ ผลมะกอกจึงเหี่ยวลง เนื้อสัมผัสที่ได้จึงมีความนิ่มมากขึ้นตามปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง

ตารางที่ 4 ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแลคติค) ของมะกอกน้ำดอง โดยใช้เกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ

เกลือ + น้ำตาลทราย (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำ)	pH	ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแลคติค)
10 + 3	3.97^{a}±0.11	0.50^{h}±0.10
10 + 6	3.93^{b}±0.10	0.53^{g}±0.11
10 + 9	3.86^{c}±0.11	0.55^{f}±0.10
12 + 3	3.79^{d}±0.11	0.59^{e}±0.12
12 + 6	3.76^{e}±0.11	0.62^{d}±0.10
12 + 9	3.73^{f}±0.10	0.64^{c}±0.11
14 + 3	3.59^{g}±0.11	0.67^{b}±0.10
14 + 6	3.55^{h}±0.11	0.68^{ab}±0.12
14 + 9	3.50^{i}±0.11	0.69^{a}±0.10

$^{a,b,.....,i}$ อักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายที่มากขึ้นในผลิตภัณฑ์มะกอกน้ำดอง ส่งผลให้ค่า pH มีแนวโน้มลดลง แต่มีปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแลคติค) เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4 เนื่องจากเกลือและน้ำตาลทรายเป็นสารอาหารให้กลุ่มแอซิดแบคทีเรียเจริญได้ดี และแอซิดแบคทีเรียยังสร้างสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) และไดอะเซททิล (Diacetyl) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรสของอาหารหมัก (พิมพ์เพ็ญ, 2563) จากงานวิจัยของธารหทัย (2556) พบว่าการดองเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำ ใช้ความเข้มข้นของน้ำเกลือน้อยกว่าร้อยละ 12 จะช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น แต่สนับสนุนการเจริญของแลคติคแอซิดแบคทีเรีย โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการเจริญทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลที่มีอยู่ในผักให้เป็นกรดแลคติค ส่งผลให้ค่า pH ลดลง และยังทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะผลิตภัณฑ์ และขจัดรสขมและรสฝาดของผลิตภัณฑ์ รวมถึงช่วยทำให้การเน่าเสียช้าลง จึงเป็นวิธีที่ใช้ในการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้น และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมะกอกน้ำดอง โดยใช้เกลือร้อยละ 10 12 และ 14 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 3 6 และ 9 โดยน้ำหนักน้ำ

เกลือ + น้ำตาลทราย (ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำ)	ความชื้น	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)
10 + 3	28.19^{a}±0.10	29.12^{a}±0.10
10 + 6	27.98^{b}±0.10	29.98^{b}±0.12
10 + 9	27.66^{c}±0.10	31.06^{c}±0.10
12 + 3	27.09^{d}±0.10	33.24^{d}±0.11
12 + 6	26.46^{e}±0.10	34.62^{e}±0.10
12 + 9	25.74^{f}±0.10	35.59^{f}±0.12
14 + 3	25.01^{g}±0.10	36.15^{g}±0.10
14 + 6	24.52^{h}±0.10	37.53^{h}±0.11
14 + 9	23.92^{i}±0.10	39.20^{i}±0.10

$^{a,b,.....,i}$ อักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลทรายที่มากขึ้นในผลิตภัณฑ์มะกอกน้ำดอง พบว่าปริมาณความชื้นลดลง แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid; °Brix) เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5 เนื่องจากเกลือและน้ำตาลทรายที่ออสโมซิสเข้าสู่ผลมะกอกน้ำ ส่งผลทำให้โมเลกุลน้ำภายในเซลล์มีปริมาณลดลง อันเป็นปัจจัยให้ความชื้นลดลงนั่นเอง ประกอบกับเกลือและน้ำตาลทรายที่เข้าไปแทนนที่น้ำในเซลล์ จึงเป็นเหตุให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ดังเช่นงานวิจัยของสุนันและคณะ (2564) ได้นำเมล่อน มาแช่ในสารละลายน้ำตาลกลูโคส ที่ระดับความเข้มข้น 40 50 และ 60 °Brix เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าการใช้สารละลายกลูโคส 60 °Brix ทำให้เมล่อนมีปริมาณน้ำที่สูญเสียร้อยละ 21.81 และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.31 อมรรัตน์และคณะ (2555) ใช้เกลือในการช่วยถนอมอาหาร เพราะเกลือมีคุณสมบัติในการดูดน้ำออกมา หรือเรียกว่าการออสโมซิส เกลือจึงเหมาะกับการถนอมอาหาร เพราะเมื่อเกลือดึงน้ำในอาหารออกมา ทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องอาศัยน้ำในอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เกลือจึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้นานขึ้น เช่น การหมักปลาร้า การหมักกิมจิ การทำกะปิ

ตารางที่ 6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรียของมะกอกน้ำดองที่เก็บในน้ำผึ้ง และไม่เก็บในน้ำผึ้งที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส โดยเก็บรักษา 10 วัน

สูตร	วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์	
		ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรีย (CFU/g)
เก็บในน้ำผึ้ง	0	$2.2 \times 10^{2j} \pm 0.11$	$1.5 \times 10^{2j} \pm 0.11$
	2	$2.5 \times 10^{2i} \pm 0.10$	$1.7 \times 10^{2i} \pm 0.10$
	4	$2.9 \times 10^{2h} \pm 0.09$	$1.9 \times 10^{2h} \pm 0.09$
	6	$3.1 \times 10^{2g} \pm 0.09$	$2.2 \times 10^{2f} \pm 0.09$
	8	$3.4 \times 10^{2e} \pm 0.09$	$2.3 \times 10^{2e} \pm 0.09$
	10	$3.4 \times 10^{2e} \pm 0.09$	$2.4 \times 10^{2d} \pm 0.09$
ไม่เก็บในน้ำผึ้ง	0	$2.2 \times 10^{2j} \pm 0.11$	$1.5 \times 10^{2j} \pm 0.11$
	2	$3.2 \times 10^{2f} \pm 0.10$	$2.0 \times 10^{2g} \pm 0.10$
	4	$4.2 \times 10^{2d} \pm 0.09$	$2.4 \times 10^{2d} \pm 0.09$
	6	$4.8 \times 10^{2c} \pm 0.09$	$3.0 \times 10^{2c} \pm 0.09$
	8	$6.0 \times 10^{2b} \pm 0.09$	$3.2 \times 10^{2b} \pm 0.09$
	10	$6.3 \times 10^{2a} \pm 0.09$	$3.8 \times 10^{2a} \pm 0.09$

$^{a,b,.....j}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 6 เมื่อเก็บรักษามะกอกน้ำดองที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และแลคติคแอซิดแบคทีเรียจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่มากขึ้น โดยมะกอกน้ำดองที่เก็บในน้ำผึ้งจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด สูงสุดเท่ากับ $3.4 \times 10^2 \pm 0.09$ และแลคติคแอซิดแบคทีเรียสูงสุดเท่ากับ $2.4 \times 10^2 \pm 0.09$ ซึ่งมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่ามะกอกน้ำดองที่ไม่ได้เก็บในน้ำผึ้งที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ $6.3 \times 10^2 \pm 0.09$ และแลคติคแอซิดแบคทีเรียสูงสุดเท่ากับ $3.8 \times 10^2 \pm 0.09$ ทำให้เห็นว่าการเก็บมะกอกน้ำดองในน้ำผึ้งจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ให้มีการเจริญในอัตราที่น้อยลง เนื่องจากน้ำผึ้งมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อโรคและช่วยให้แผลหายเร็ว ซึ่ง มผช. 160/2546 กำหนดว่าผลไม้ดองต้องมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากงานวิจัยของ McLoone *et al.* (2016) พบว่าผลของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงทำให้น้ำผึ้งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Anti-Inflammatory) โดยจะป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลายด้วยสารอนุมูลอิสระ นอกจากนี้น้ำผึ้งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Anti-bacterial activities) ที่ก่อโรค เช่น แบคทีเรีย *S. aureus* สมบัติต้านเชื้อโรคนี้ก่อให้เกิดสมดุลของภูมิคุ้มกันของร่างกายที่แผลทำให้กลไกการรักษาตัวเองของร่างกายมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้งานวิจัยของ ภัทรวดี (2560) ยืนยันว่าน้ำผึ้งมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบด้วยวิธี Proteinase inhibitory assay และมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ ต่อเชื้อ *S. aureus* และ *S. epidermidis* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก และยับยั้งการสร้างแอดวานซ์ ไกลเคชันเอนด์โพรดัคท์ ขณะที่ปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นได้สร้างกรดแลคติคในปริมาณที่มากขึ้น สอดคล้องกับผลในตารางที่ 5 ซึ่งเป็นการเพิ่มกลิ่นรสที่ดีให้มะกอกน้ำดอง

สรุปผลการวิจัย

การใช้เกลือร้อยละ 12 โดยน้ำหนักน้ำ ร่วมกับน้ำตาลทรายร้อยละ 6 โดยน้ำหนักน้ำ ทำให้ผลมะกอกน้ำมีเนื้อสัมผัส สีและกลิ่นเฉพาะตัวจากแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคจนเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด โดยผู้ทดสอบมีช่วงอายุตั้งแต่ 17 - 60 ปี ซึ่งสีของมะกอกน้ำดอง 72 ชั่วโมง จะเปลี่ยนจากสีเขียวสดเป็นสีเขียวอมน้ำตาล พบว่าคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสให้ผลสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ นอกจากนี้การแช่น้ำผึ้งเป็นปัจจัยช่วยควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ปริมาณแลคติคแอซิดแบคทีเรีย ให้มีอัตราการเพิ่มจำนวนน้อยลง โดยการใช้เกลือ น้ำตาลทราย และน้ำผึ้ง ถือเป็นการช่วยเก็บรักษาอาหารให้มีคุณภาพยาวนานมากขึ้น จัดเป็นการถนอมอาหารแบบผสมผสาน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้อาจยังไม่ได้ศึกษาในด้านเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีความเห็นว่าจะทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยถนอมอาหารให้คงคุณภาพทั้งรสชาติ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสให้นานที่สุด เช่น การบรรจุกระป๋องหรือการแพคสุญญากาศร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

ธารหทัย มาลาเวช. (2556). การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียแลคติคเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตผักดองท้องถิ่นภาคใต้. รายงานวิจัยมหาวิทยาราชภัฏนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช.

นรินทร์ เจริญพันธ์ และรัชนี พุทธา. (2563). สูตรที่เหมาะสมของการผลิตแก่นตะวันดองและกิมฉิจากแก่นตะวัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 28(7): 1202 - 1215.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2563). Lactic acid bacteria / แบคทีเรียผลิตกรดแล็กทิก. แหล่งข้อมูล: www.foodnetwork solution.com. ค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2563.

ภัทรวดี ศรีคุณ. (2560). โครงการตรวจสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของน้ำผึ้งชันโรง. โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพ-รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.). รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

มนตรา ศรีษะแย้ม. (2553). สมบัติต้านเชื้อจุลินทรีย์และการต้านออกซิเดชันของน้ำผึ้งจากผึ้งพันธุ์ = Antimicrobial and Antioxidant Properties of Honey from Apis mellifera. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2564). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้ดอง. มผช. 160/2546. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.

สุนัน ปานสาคร, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, ศุภณัฐ พริกบุญจันทร์ และอาทิพัฒน์ ศรีชุมพล. (2564). ผลของความเข้มข้นสารละลายออสโมติกต่อการถ่ายเทมวลสารและคุณภาพของเมล่อนหลังการออสโมซิส. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 19(2): 132 – 134.

สุภางค์ เรืองฉาย. (2564). ผลิตภัณฑ์เมล็ดกระถินดองน้ำเกลือ. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ. 1 - 11.

สุวัฒน์ ธีรพงษ์ธนากร, แก้ว อุดมศิริชาคร และบุญเทียม เลิศศุภวิทย์นภา. (2537). อิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าว. รายงานวิจัยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

อมรรัตน์ ถนนแก้ว, วิไลลักษณ์ กล่อมพงษ์, ปาจรีย์ เรืองกลับ และสุทธิรักษ์ เพชรรัตน์. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีและชีวภาพของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า. รายงานวิจัยงบประมาณเงินแผ่นดิน คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ, มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา.

AOAC International. (1990). Bacteriological Analytical Manual. Gaitherburg, MD., USA.

AOAC International. (2000). Chemical Analytical Manual. Gaitherburg, MD., USA.

McLoone, P., Warnock, M. and Fyfe, L. (2016). Honey: A realistic antimicrobial for disorders of the skin. Journal of Microbiology, Immunology and Infection 49(2): 161 - 167.

❑❑❑❑❑