วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28:3(19-28)

การประยุกต์เทคโนโลยีออสโมติกดีไฮเดรชันในกระบวนการผลิตแยมสับปะรดและมาร์มาเลด

Application of Osmotic Dehydration Technology on Pineapple Jam and Marmalade Processing

นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่[1] นงคราญ อ้ายเรือน[2] และวาสนา จันทร์ตา[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการประยุกต์เทคโนโลยีออสโมติกดีไฮเดรชัน ในกระบวนการผลิตแยมสับปะรดและมาร์มาเลดโดยการนำสับปะรดทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5 เซนติเมตร หรือกลีบส้มผ่าครึ่งตามแนวยาวมาออสโมติกดีไฮเดรชันด้วยสารละลายน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 65 ^{o}Brix อัตราส่วนผลไม้ต่อสารละลายน้ำตาลคือ 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) โดยใช้เวลา 60 นาที และ 90 นาที ตามลำดับก่อนนำไปผลิตแยมและมาร์มาเลด โดยเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตแยมและมาร์มาเลดที่ผลิตด้วยวิธีปกติ ที่จำหน่วยในทางการค้า พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านเคมีได้แก่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^{o}Brix) ค่า pH ปริมาณความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมดของแยมที่ผ่านการออสโมติกมีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในทางการค้า แต่ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การออสโมติกดีไฮเดรชันผลไม้ก่อนนำไปกวนแยมช่วยรักษาวิตามินซี ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสี ได้ดีกว่าวิธีการปกติและมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าในด้านประสาทสัมผัส คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของทุกผลิตภัณฑ์ได้คุณภาพตามกฎหมายและมาตรฐานอาหาร

คำสำคัญ : ออสโมติกดีไฮเดรชัน, แยม, มาร์มาเลด, ส้ม, สับปะรด

Abstract

Application of osmotic dehydration technology on pineapple jam and marmalade processing was studied. Pineapples were cut into 0.5 cm cubes whereas oranges were peeled and cut along their shape. Then they were soaked in 65 ^{o}Brix sucrose solution for 60 minutes and 90 minutes, respectively. Jam and marmalade processing were compared between commercial available products and formulated jams (traditional and osmotic dehydrated jams). The results showed that the chemical quality i.e. total soluble solid, pH, moisture content, and total titratable acidity of osmotic dehydrated jams and osmotic dehydrated marmalades were similar to commercial available jams and marmalades, but sucrose content of formulated jams were higher than commercial types. Osmotic dehydration could preserve vitamin C content, free radical scavenging activity, and colour of products which were better than the traditional jam and marmalade processing, and their sensory characteristics were not different from commercial products. Lastly, microbiological analysis of all samples confronted jam and marmalade standard and regulations.

Keywords : Osmotic Dehydration , Jam , Marmalade, Orange, Pineapple

[1]หัวหน้าโครงการวิจัย สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
[2]นักวิจัยร่วม สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

แยม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบผลไม้ซึ่งอาจเป็น ผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือจะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท, 2543)

มาร์มาเลด หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลไม้ตระกูลส้มซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่นผสมกับเปลือกหรือเนื้อ ผลไม้ชิ้นบาง ๆ และน้ำตาล หรือจะผสม น้ำผลไม้ตระกูลส้มด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท, 2543)

วิธีการทำแยมและมาร์มาเลด (ลักขณา, 2543) โดยทั่วไปได้จากการต้มเนื้อผลไม้กับน้ำตาล ควรสับหรือหั่นผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ต้มเคี่ยวด้วยไฟอ่อน ๆ ปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 3.1-3.5 ความเข้มข้นของน้ำตาลควรมีอย่างต่ำร้อยละ 65 อัตราส่วนของผลไม้และน้ำตาลมีค่า 45 ต่อ 55 โดยน้ำหนัก การให้ความร้อนผลไม้และน้ำตาลช่วยให้เซลล์ของผลไม้แตกออกและสกัดเพคตินจากผลไม้ออกมาได้ทำให้เกิดเจลหรือ semi-solid mass เจลที่ได้มีลักษณะเหนียว ซึ่งเกิดจากน้ำตาล กรดในผลไม้คือกรดซิตริกและเพคตินจากผลไม้ ปริมาณเพคตินในผลไม้มีความสำคัญมากต่อการเกิดเจลเพราะการเกิดเจลจำเป็นต้องมีน้ำตาล เพคตินและกรดในปริมาณที่พอเหมาะ (Chafer *et al.*, 1997) ผลไม้จำพวกส้ม สับปะรด มะนาว มีเพคตินและกรดซิตริกสูงจึงเหมาะในการผลิตเป็นแยม การเคี่ยวหลังจากเติมน้ำตาลแล้วไม่ควรนานเกินกว่า 20 นาที เพราะจะทำให้สีและกลิ่นเปลี่ยนไปได้ การตรวจสอบว่าแยมและมาร์มาเลดเคี่ยวจนได้ที่แล้วเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่ควรต่ำกว่า 65 $^{\circ}$ Brix แต่ต้องไม่เกิน 70 $^{\circ}$ Brix และวัดอุณหภูมิที่จุดเดือดของแยมต้องอ่านได้ 105 องศาเซลเซียสซึ่งแสดงว่าแยมนั้นมีอุณหภูมิสูงเพียงพอที่จะป้องกันการเสื่อมเสียได้ (ธงชัยและอัมพร (มปป.)

จากการที่แยมและมาร์มาเลดมักมีการเปลี่ยนแปลงสีและกลิ่นเมื่อผ่านการเคี่ยวที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลาในการเคี่ยวนานจึงมีการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออสโมติกดีไฮเดรชัน มาช่วยลดเวลาโดยการนำชิ้นผลไม้ไปแช่ในสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารในทิศทางตรงกันข้ามโดยอัตโนมัติ คือ น้ำจะไหลออกจากชิ้นผลไม้ไปที่สารละลายน้ำตาลในขณะที่น้ำตาลจะซึมเข้าไปในชิ้นผลไม้ (Ramallo and Mascheroni, 2005) ตัวอย่างเช่น เมื่อนำสตรอเบอรี่ไปออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิต่ำ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลาสั้น ๆ ก่อนนำไปผลิตแยม พบว่า แยมสตรอเบอรี่มีคุณภาพโดยรวมที่ดี มีกลิ่นเป็นธรรมชาติ มีรสชาติที่ดี นอกจากนี้สารละลายน้ำตาลที่ใช้ในการออสโมติกสามารถใช้เป็นส่วนผสมในแยมได้ (Shi *et al.*, 1996)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันการผลิตแยมสับปะรดและมาร์มาเลดเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตแยมและมาร์มาเลดที่ผลิตด้วยวิธีปกติ ที่จำหน่วยในทางการค้าและมาตรฐานผลิตภัณฑ์แยมและมาร์มาเลด โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านเคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตแยมและมาร์มาเลดในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

สับปะรดพันธุ์นางแลผลสับปะรดมีความสด ไม่มีรอยช้ำ ผล แกน ไม่เน่า สะอาด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 12 เซนติเมตร น้ำหนัก 1,000-1,200 กรัม ทางด้านเคมี มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid) 10-12 $^{\circ}$Brix ค่า pH 3.35-3.45 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 0.20-0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส้มพันธุ์ส้มสีทอง ผลส้มผิวเรียบ ไม่มีรอยช้ำ สะอาด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 5 เซนติเมตร น้ำหนัก 100-120 กรัม ทางด้านเคมี มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid) 4-6 $^{\circ}$Brix ค่า pH 3.40-3.50 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 0.15-0.20

ผงเพคตินและกรดซิตริก (CM chemical, food grade, เชียงใหม่) น้ำตาล (มิตรผล, สุพรรณบุรี) เกลือ (ปรุงทิพย์, นครราชสีมา)

2. อุปกรณ์

เครื่องปั่นผลไม้ (Philips, ประเทศไทย) เตาแก๊ส (Gland Fisc, รุ่น GF 9003 ประเทศไทย)

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษากระบวนการการออสโมติกดีไฮเดรชันสับปะรดและส้ม

นำสับปะรดมาผ่าครึ่งผล ปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5 เซนติเมตร ส่วนส้มล้างให้สะอาด แกะเปลือกออก แบ่งส้มออกเป็นกลีบ ลอกเส้นใยออก ผ่ากลีบส้มตามแนวยาวโดยไม่ให้ขาดออกจากกัน เอาเมล็ดออก เตรียมสารละลายน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 65 $^{\circ}$Brix จากนั้นแช่สับปะรดหรือส้มในสารละลายน้ำตาลอัตราส่วนผลไม้ต่อสารละลายน้ำตาลคือ 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27 องศาเซลเซียส) เวลาทุก 15 นาทีให้แยกชิ้นผลไม้ออกจากสารละลายน้ำตาล แล้วทิ้งไว้ 5 นาทีบนตะแกรง คั้นน้ำสับปะรดหรือน้ำส้มออกมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ทำซ้ำจนออสโมติกดีไฮเดรชันครบครบ120 นาที ทดลอง 4 ซ้ำ แล้วเลือกเวลาที่กระบวนการออสโมติกเข้าสู่ภาวะสมดุลแรกสุดที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดเริ่มคงที่โดยพิจารณาจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ณ เวลาใด ๆ ไม่แตกต่างจากเวลาหลังจากนั้น 15 นาที เกินร้อยละ 5

2. กระบวนการผลิตแยมสับปะรดโดยวิธีปกติและแยมสับประรดด้วยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน

การผลิตแยมสับปะรดโดยวิธีปกติ ทำได้โดยปอกเปลือกสับปะรด ผ่าครึ่งผลแล้วตัดเป็นชิ้นทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5 เซนติเมตร แบ่งเนื้อสับปะรด 400 กรัมนำไปคั้นด้วยเครื่องปั่นผลไม้ กรองแยกน้ำด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นชั่งเนื้อสับปะรดอีก 200 กรัมและน้ำสับปะรดที่คั้นได้ใส่ลงในกะทะทองเหลืองตั้งไฟปานกลาง (วัดอุณหภูมิได้ประมาณ 50 องศาเซลเซียส) แบ่งน้ำตาลทราย 50 กรัม ผสมผงเพคตินอีก10 กรัมค่อย ๆ เติมลงส่วนผสม คนจนน้ำตาลละลายและเติมน้ำตาลอีก 450 กรัม คนจนส่วนผสมละลายแล้วกวนต่อไปเติมกรดซิตริก 5 กรัมและเกลือ 3 กรัมลงไปกวนต่อและเพิ่มอุณหภูมิให้ส่วนผสม ณ ตรงกลางกระทะกวน มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 105 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 20 นาที วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดให้ได้ 65-68 $^{\circ}$Brix ที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส แล้วปิดไฟ ก่อนนำมาบรรจุขณะร้อนในขวดแก้วที่ผ่านการลวกฆ่าเชื้อ ปิดฝาให้สนิทและตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

แยมสับประรดที่ผ่านการออสโมติกให้นำชิ้นสับปะรดทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5 เซนติเมต 200 กรัม ไปแช่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 65 $^{\circ}$Brix อัตราส่วนผลไม้ต่อสารละลายน้ำตาลคือ 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิห้อง(ประมาณ 27 องศาเซลเซียส) จนเข้าสู่ภาวะสมดุล โดยของแข็งทั้งหมดเริ่มคงที่โดยพิจารณาจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ณ เวลาใด ๆ ไม่แตกต่างจากเวลาหลังจากนั้น 15 นาที เกินร้อยละ 5 วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในชิ้นสับปะรดแล้วคำนวณปริมาณน้ำตาลที่ต้องเติมเพิ่มลงไปโดยการเทียบสัดส่วนตามวิธีของ Pearson Square แล้วนำน้ำสับประรดที่คั้นได้ ผงเพคติน กรดซิตริกและเกลือไปกวนแยมเช่นเดียวกับวิธีการผลิตแยมตามปกติและควบคุมให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ที่ 65-68 $^{\circ}$Brix

3. กระบวนการผลิตมาร์มาเลดโดยวิธีปกติและมาร์มาเลดด้วยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน

การผลิตมาร์มาเลดโดยวิธีปกติทำได้โดยล้างส้มให้สะอาด แกะเปลือกออก แบ่งส้มออกเป็นกลีบ ลอกเส้นใยออก ผ่ากลีบส้มตามแนวยาวโดยไม่ให้ขาดออกจากกัน เอาเมล็ดออก ส่วนเปลือกส้มนำมาล้างแล้วหั่นเป็นชิ้นฝอยเล็ก ๆ นำผิวส้มไปต้ม 1 ครั้ง (น้ำอุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส) และนวดกับเกลือปริมาณ 200 กรัม 2-3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อลดความขมของผิวส้ม ก่อนนำไปล้างอีกครั้ง จากนั้นนำเปลือกส้ม 140 กรัม ไปต้มรวมกับน้ำและน้ำส้มผสมเนื้อ 260 กรัมให้เปลือกส้มนุ่มในกระทะทองเหลือง โดยใช้ไฟแรงปานกลาง (วัดอุณหภูมิได้ประมาณ 50 องศาเซลเซียส) ใส่น้ำตาล 450 กรัม และผงเพคติน 4 กรัมโดยค่อย ๆ เติมลงในกระทะทองเหลืองและน้ำ 140 กรัม กวนต่อไปเรื่อย ๆ จนน้ำตาลและผงเพคตินละลายเติมกรดซิตริก 5 กรัมและเกลือ 3 กรัมลงไปกวนต่อและเพิ่มอุณหภูมิให้ส่วนผสมให้ส่วนผสม ณ ตรงกลางกระทะกวน มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 105 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 20 นาที วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดให้ได้ 65-68 ^{O}Brix ที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส แล้วปิดไฟ ก่อนนำมาบรรจุขณะร้อนในขวดแก้วที่ผ่านการลวกฆ่าเชื้อ ปิดฝาให้สนิทและตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

การผลิตมาร์มาเลดที่ผ่านการออสโมติกให้เตรียมตัวอย่างส้มดังที่กล่าวมาข้างต้น 140 กรัม ไปแช่ในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 65 ^{O}Brix อัตราส่วนส้มต่อสารละลายน้ำตาลคือ 1 ต่อ 2 โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27 องศาเซลเซียส) จนเข้าสู่ภาวะสมดุลโดยใช้หลักการวัดเช่นเดียวกับกรณีของการออสโมติกดีไฮเดรชันชิ้นสับปะรด วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในชิ้นส้มแล้วคำนวณปริมาณน้ำตาลที่ต้องเติมเพิ่มลงไปโดยการเทียบสัดส่วนตามวิธีของ Pearson Square แล้วนำน้ำส้มผสมเนื้อ ผงเพคติน กรดซิตริก น้ำสะอาดและเกลือไปกวนมาร์มาเลดเช่นเดียวกับวิธีการผลิตมาร์มาเลดตามปกติและควบคุมให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดให้ได้ 65-68 ^{O}Brix

4. การเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เปรียบเทียบคุณภาพของแยมสับปะรดและมาร์มาเลดระหว่างการผลิตโดยวิธีการผลิตปกติ วิธีประยุกต์ใช้การออสโมติกดีไฮเดรชัน กับ แยมและมาร์มาเลดในทางการค้าอย่างละ 2 ยี่ห้อ โดยเปรียบเทียบค่าดังต่อไปนี้

4.1 การเปรียบเทียบค่าทางเคมี ได้แก่ ค่า pH (HANNA, Italy) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^{O}Brix) วัดโดยวิธีรีแฟรกโตมิเตอร์ ที่ 20±2 องศาเซลเซียส (ATAGO, Japan) ปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC (2000) ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดซิตริกโดยวิธีไตเตรชัน (AOAC 942.15, 1980) และน้ำตาลซูโครสโดยวิธี copper reduction ตามวิธีของ James(1995) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

4.2 การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยปริมาณวิตามินซี ใช้วิธีการไตเตรตกับ 2,6-dichlorophenolindiphenol ตามวิธีของ Asato *et al.* (1995) ส่วนกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยดัดแปลงวิธี DPPH-radical scavenging ของ Yoshikawa H. *et al.* (2006) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

4.3 การเปรียบเทียบค่าสี วัดโดยเครื่องวัดสี (MINOLTA 300, Japan) แสดงในรูปของค่า L*, a*,b*, Chroma value และ Hue angle การเปรียบเทียบค่าทางเคมี ทำ 4 ซ้ำ ได้แก่ ปริมาณวิตามินซี กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและค่าสีวิเคราะห์โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

4.4 การเปรียบเทียบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (1-ชอบน้อยที่สุด 5-ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

5. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของแยมและมาร์มาเลดวิเคราะห์โดยอ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้แก่ แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม โดยวิธี MPN แบคทีเรียชนิด *Escherrichaia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ตามวิธีของ Bacteriological Analytical Manual (BAM, 1998) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษากระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันชิ้นสับปะรดและส้ม

การแช่สับปะรดทรงลูกบาศก์ขนาด 0.5 เซนติเมตร หรือ กลีบส้มที่ผ่าตามแนวยาวลงในสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 65 °brix ในอัตราส่วนน้ำหนักสับปะรดต่อน้ำหนักสารละลายน้ำตาล คือ 1 ต่อ 2 เป็นเวลา 120 นาที สามารถแสดงผลการทดลองดัง Table 1

Table 1 Total soluble solid (TSS) changes in pineapple and orange pieces during osmotic dehydration with 65 °Brix sucrose solution

Time (minutes)	TSS (°Brix) of pineapple pieces	TSS (°Brix) of oranges pieces
0	10.63 a ± 0.56	4.85 a ± 0.10
15	15.16 b ± 0.41	5.86 b ± 0.12
30	25.34 c ± 0.45	7.92 c ± 0.54
45	34.78 d ± 0.26	9.16 d ± 0.28
60	38.85 e ± 0.07	10.55 e ± 0.23
75	38.72 e ± 0.11	11.45 f ± 0.37
90	38.88 e ± 0.24	11.35 g ± 0.16
105	38.80 e ± 0.18	11.33 g ± 0.08
120	38.84 e ± 0.16	11.40 g ± 0.16

- Values are the mean ± standard deviation (n=4)

การออสโมติกดีไฮเดรชันชิ้นสับปะรด พบว่า เมื่อระยะเวลาในการออสโมติกดีไฮเดรชันสับปะรดผ่านไป ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มเพิ่มขึ้นจาก 10.63 °Brix จนกระทั่งเวลาในการออสโมติกดีไฮเดรชันจากเวลา 60 นาทีเป็นต้นไปปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเริ่มมีค่าคงที่ที่ 38.85 °Brix เนื่องจากมีการเข้าสู่สมดุลของแพร่ ทั้งนี้พิจารณาจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ที่เวลา 60 นาที ไม่แตกต่างจากเวลา 75 นาที ซึ่งคำนวณได้ร้อยละ 3.38 และไม่เกินร้อยละ 5 ในขณะที่การแช่ชิ้นส้มในสภาวะการออสโมติกดีไฮเดรชันเดียวกันมีการแพร่เข้าสู่สมดุลที่เวลา 90 นาทีโดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 4.85 °Brix เริ่มมีค่าคงที่ที่ 11.35 ° Brix ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ที่เวลา 90 นาที ไม่แตกต่างจากเวลา 105 นาที ซึ่งคำนวณได้ร้อยละ 0.18 และไม่เกินร้อยละ 5 ดังนั้นกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันชิ้นสับปะรดและส้มที่สภาวะนี้จึงใช้เวลาเข้าสู่สมดุลที่ 60 นาทีและ 90 นาที ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เปรียบเทียบคุณภาพของแยมสับปะรดและมาร์มาเลดระหว่างการผลิตโดยวิธีปกติ วิธีประยุกต์ใช้การออสโมติกดีไฮเดรชัน กับ แยมและมาร์มาเลดในทางการค้าอย่างละ 2 ยี่ห้อ ได้ผลดังต่อไปนี้

2.1 การเปรียบเทียบค่าทางเคมีของแยมสับปะรด ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix) ค่า pH ปริมาณความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมดและ น้ำตาลซูโครส ได้ผลตาม Table 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Components and measured physic-chemical properties (mean ± standard deviation, four replications) of commercial available and formulated pineapple jams[1]

Sample	°Brix	pH	Moisture content (g water /100 g sample)	Acidity (g citric acid /100 g sample)	Sucrose content (g sucrose /100 g sample)
TPJ	65.33 ± 0.03	2.90 c ± 0.02	26.67 ± 0.38	0.68 b ± 0.02	32.50 b ± 0.75
ODPJ	65.48 ± 0.02	2.81 d ± 0.01	26.52 ± 0.78	0.85 a ± 0.02	36.03 a ± 0.44
CTPJ(1)	65.51 ± 0.03	3.25 a ± 0.01	26.49 ± 0.76	0.40 c ± 0.04	24.45 d ± 0.67
CTPJ(2)	65.52 ± 0.01	2.95 b ± 0.01	26.48 ± 0.95	0.72 b ± 0.04	29.29 c ± 0.92

[1]TPJ, traditional pineapple jam; ODPJ, osmotic dehydrated pineapple jam; CTPJ(1) commercial traditional pineapple jam(1); CTPJ(2) commercial traditional pineapple jam(2)

[2]Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

จากการทดลองแยมสับปะรดที่แปรรูปวิธีการผลิตปกติ และวิธีประยุกต์ใช้การออสโมติกดีไฮเดรชันพบว่าให้ผลผลิต (% yield) ประมาณร้อยละ 80 เมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านเคมีของแยมสับปะรดทุกชนิดจาก Table 2 พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในช่วง 65.33-65.52 และค่า pH ในช่วง 2.81-3.25 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของแยมทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกมีค่าในช่วง 0.40-0.85 กรัมกรดซิตริกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลซูโครสของแยมสับปะรดที่ผลิตโดยวิธีการผลิตปกติ และวิธีประยุกต์ใช้การออสโมติกดีไฮเดรชันมากกว่าแยมสับปะรดในทางการค้า

2.2 การเปรียบเทียบค่าทางเคมีของมาร์มาเลด ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix) ค่า pH ปริมาณความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมดและ น้ำตาลซูโครส ได้ผลตาม Table

Table 3 Components and measured physic-chemical properties (mean ± standard deviation, four replications) of commercial available and formulated marmalades[1]

Sample	°Brix	pH	Moisture content (g water /100 g sample)	Acidity (g citric acid /100 g sample)	Sucrose content (g sucrose /100 g sample)
TM	66.51 c ± 0.03	3.28 a ± 0.01	31.49 b ± 0.46	0.36 b ± 0.03	41.56 a ± 0.68
ODM	65.55 d ± 0.02	3.02 c ± 0.02	34.45 a ± 0.10	0.66 a ± 0.02	41.59 a ± 0.71
CTM(1)	69.54 a ± 0.03	3.25 b ± 0.01	22.46 d ± 0.69	0.40 b ± 0.04	33.18 b ± 0.13
CTM(2)	66.98 b ± 0.02	2.98 d ± 0.02	25.02 c ± 0.34	0.67 a ± 0.00	26.23 c ± 0.67

[1]TM, traditional marmalade; ODM, osmotic dehydrated marmalade; CTM(1) commercial traditional marmalade (1);CTM(2) commercial traditional marmalade(2)

[2]Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Table 3 มาร์มาเลดที่แปรรูปวิธีการผลิตปกติ และวิธีประยุกต์ใช้การออสโมติกดีไฮเดรชันพบว่าให้ผลผลิตประมาณร้อยละ 85 เมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านเคมีของมาร์มาเลดทุกชนิดจาก Table 3 พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในช่วง 65.55-66.98 และค่า pH ในช่วง 2.98-3.28 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำตาลซูโครสของมาร์มาเลดที่ผลิตโดยวิธีการผลิตปกติ และวิธีประยุกต์ใช้การออสโมติกดีไฮเดรชันมากกว่ามาร์มาเลดที่ผลิตในทางการค้า จากการสังเกตคุณลักษณะปรากฏของแยมและมาร์มาเลดทุกตัวอย่างมีสีตามธรรมชาติของผลไม้ที่ใช้ สีมีความสม่ำเสมอ ไม่มีน้ำตาลตกผลึก มีกลิ่นรสเฉพาะตามผลไม้ที่ใช้ ทั้งนี้ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี แยมสับปะรดและมาร์มาเลดพบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 และค่า pH ในช่วง 2.8-3.5 ซึ่งได้มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านเคมีของแยมสับปะรดและมาร์มาเลดวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน พบว่ามีคุณภาพใกล้เคียงกับแยมและมาร์มาเลดที่ผลิตด้วยวิธีปกติและในทางการค้า

2.3 การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH-radical scavenging ตาม Table 4 และ Table 5 ของแยมสับปะรดและมาร์มาเลด

Table 4 Vitamin C content and antioxidant activity (mean ± standard deviation, four replications) of commercial available and formulated pineapple jams[1]

Sample	Vitamin C content g/100 g sample	DPPH-radical scavenging activity (%)
TPJ	7.18 c ± 0.02	15.07 c ± 0.15
ODPJ	13.53 b ± 0.01	20.40 b ± 0.26
CTPJ(1)	26.72 a ± 0.02	25.23 a ± 0.21
CTPJ(2)	7.11 d ± 0.00	14.53 d ± 0.38

[1]TPJ, traditional pineapple jam; ODPJ, osmotic dehydrated pineapple jam; CTPJ(1) commercial traditional pineapple jam(1); CTPJ(2) commercial traditional pineapple jam(2)

[2]Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

Table 5 Vitamin C content and antioxidant activity (mean ± standard deviation, four replications) of commercial available and formulated marmalades[1]

Sample	Vitamin C content g/100 g sample	DPPH-radical scavenging activity (%)
TM	7.01 d ± 0.02	14.53 d ± 0.12
ODM	8.52 b ± 0.03	17.93 b ± 0.15
CTM(1)	33.40 a ± 0.02	27.55 a ± 0.64
CTM(2)	7.52 c ± 0.01	16.10 c ± 0.17

[1] TM, traditional marmalade; ODM, osmotic dehydrated marmalade; CTM(1) commercial traditional marmalade (1); CTM(2) commercial traditional marmalade(2)

[2] Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Table 4 แยมสับปะรดที่ผ่านการออสโมติก มีปริมาณวิตามินซีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากกว่าแยมสับปะรดที่ผลิตโดยวิธีการผลิตปกติและแยมสับปะรดทางการค้าชนิด (2) แต่น้อยกว่าแยมสับปะรดทางการค้าชนิด (1) มาร์มาเลดที่ผ่านการออสโมติกมีปริมาณวิตามินซีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากกว่ามาร์มาเลดที่ทำโดยวิธีปกติและมาร์มาเลดทางการค้าชนิด (2) แต่น้อยกว่ามาร์มาเลดทางการค้าชนิด (1) (Table 5)

ผลการทดลองใน Table 4 และ Table 5 วิตามินซีจัดเป็นสารที่ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่พบในผลไม้เช่น ส้มและสับปะรด แยมสับปะรดและมาร์มาเลดที่มีปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่มากจึงมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่มากเช่นกัน (Yishikawa *et al.*, 2006) ดังนั้นการผลิตแยมสับปะรดและมาร์มาเลดจึงควรรักษาปริมาณวิตามินซีเอาไว้ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การออสโมติกดีไฮเดรชันช่วยรักษาวิตามินซีได้มากกว่าการทำแยมด้วยวิธีปกติ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะสารละลายน้ำตาลที่แพร่ซึมเข้าไปสู่เซลล์และช่องว่างระหว่างเซลล์ของสับปะรดและส้มหรือเคลือบเซลล์ผลไม้ทำให้วิตามินซีแพร่ผ่านเซลล์ออกมาได้ยากจึงทำให้มีวิตามินซีคงเหลือในชิ้นผลไม้มากกว่าวิธีปกติ อย่างไรก็ตามแยมสับปะรดและมาร์มาเลดที่ผ่านการออสโมติกมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าแยมหรือมาร์มาเลดทางในทางการค้าชนิด (1) อาจเนื่องมาจากแยมหรือมาร์มาเลดดังกล่าวมีการเสริมวิตามินซี (restoration) ลงไปภายหลังการกวนแยม

2.3 การเปรียบเทียบค่าสี การเปรียบเทียบค่าสี L*, a*,b*, Hue และ Chroma ได้ผลดัง Table 6 และ table 7

Table 6 Colour parameters (mean ± standard deviation, four replications) of commercial available and formulated pineapple jams[1]

Samples	L*	a*	b*	Chroma value	Hue angle
TPJ	17.35 b ± 0.12	0.06 ± 0.34	0.62 b ± 0.27	0.60 b ± 0.32	86.15 c ± 4.89
ODPJ	19.16 b ± 0.05	0.03 ± 0.05	4.04 a ± 0.65	4.05 a ± 0.64	90.07 b ± 0.28
CTPJ(1)	25.46 a ± 0.27	0.02 ± 0.08	0.34 b ± 0.19	0.27 b ± 0.17	93.27 a ± 0.05
CTPJ(2)	13.93 c ± 1.03	0.02 ± 0.14	0.02 b ± 0.83	0.64 b ± 0.31	81.96 d ± 0.66

[1] TPJ, traditional pineapple jam; ODPJ, osmotic dehydrated pineapple jam; CTPJ(1) commercial traditional pineapple jam(1); CTPJ(2) commercial traditional pineapple jam(2)

[2] Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

Table 7 Colour parameters (mean ± standard deviation, four replications) of commercial available and formulated marmalades[1]

Samples	L*	a*	b*	Chroma value	Hue angle
TM	22.31 b ± 0.57	-0.36 b ± 0.08	7.20 b ± 0.97	7.21 b ± 0.97	93.26 a ± 0.82
ODM	23.66 a,b ± 0.66	-0.09 b ± 0.05	13.21 a ± 0.66	13.21 a ± 0.66	90.42 a,b ± 0.27
CTM(1)	24.34 a ± 0.62	-0.02 b ± 0.35	2.31 c ± 0.91	2.33 d ± 0.91	93.75 a ± 4.48
CTM(2)	18.47 c ± 0.81	0.81 a ± 0.59	4.32 c ± 0.11	4.56 c ± 0.19	78.04 b ± 10.33

[1]TM, traditional marmalade; ODM, osmotic dehydrated marmalade; CTM(1) commercial traditional marmalade (1); CTM(2) commercial traditional marmalade(2)

[2]Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยมสับปะรดที่ผ่านการออสโมติกดีไฮเดรชันมีความเป็นสีเหลือง (b*) และความสดใสของสี (chroma) มากกว่าแยมชนิดอื่นที่เหลือ แต่มีความสว่างของเนื้อสี (L*) น้อยกว่า ซึ่งอธิบายได้ด้วยเหตุผลที่ว่าการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นกระบวนการที่ให้สารละลายน้ำตาลแพร่ซึมเข้าไปในเซลล์และที่ว่างระหว่างเซลล์สับปะรด จึงช่วยลดที่ว่างของออกซิเจนที่จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) เข้าทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลในผลไม้ในระหว่างการให้ความร้อนได้ เมื่ออุณหภูมิในการกวนแยมสูงขึ้นจึงช่วยทำลายเอนไซม์ดังกล่าว และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออสโมติกดีไฮเดรชันมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแพร่ซึมของน้ำตาลเข้าไปในชิ้นผลไม้ ดังนั้น เวลาในการกวนแยมจึงลดลง (ใช้เวลากวนแยมสับปะรดด้วยวิธีประยุกต์ออสโมติกดีไฮเดรชันนาน 15 นาที ส่วนแยมปกติใช้เวลา ประมาณ 20 นาที) และป้องกันการสลายตัวของรงควัตถุกลุ่ม flavonoids ที่เกิดการสลายตัวได้มากขึ้นที่อุณหภูมิสูง (Shi *et al.*, 1996) ส่วนมาร์มาเลดที่ผ่านการออสโมติกดีไฮเดรชันมีค่าสีเหลือง (b*) และความสดใสของสี (chroma) มากกว่าแยมชนิดอื่นที่เหลือ และมีความสว่างของสี (L*) และค่าสีแดง (a*) ไม่แตกต่างจากแยมในทางการค้าชนิด (1) เนื่องมาจากสีของมาร์มาเลดเป็นปัจจัยอันดับแรกที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการประยุกต์ใช้วิธีออสโมติกดีไฮเดรชันจึงช่วยรักษาคุณภาพทางด้านสีในผลิตภัณฑ์มาร์มาเลดได้ดีกว่าการทำมาร์มาเลดวิธีปกติ (Gracia-Martinez *et al.*, 2002)

2.4 การเปรียบเทียบทางด้านประสาทสัมผัส การเปรียบเทียบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยใช้วิธีการให้คะแนนจากผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝน ได้ผลดังนี้

แยมสับปะรดทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันทั้งของคะแนนทางด้านสี กลิ่น รสหวานและเนื้อสัมผัส โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.50-3.50) ในขณะที่มาร์มาเลดทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ทางด้านการกระจายตัวของเปลือกส้มและกลิ่นส้ม โดยมาร์มาเลดที่ผ่านการออสโมติกได้รับการยอมรับใกล้เคียงกับมาร์มาเลดในทางการค้าในระดับปานกลาง (Table 8) คล้ายกับ Gracia-Martinez *et al.* (2002) ได้ศึกษาการออสโมติกดีไฮเดรชันกีวี โดยนำกีวีไปแช่สารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้น 55 ^{O}Brix เป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและนำไปผลิตแยม พบว่า แยมกีวีมีคุณภาพทางด้านสี การไหล ความคงตัว และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่ดีกว่าแยมกีวีที่ผลิตแบบวิธีปกติและแยมกีวีในทางการค้า

Table 8 Sensory scores of commercial available and formulated marmalades[1]

Samples	Colour	Spread ability of Orange Peel	Flavour	Sweetness	Thickeness
TM	1.70 c ± 0.13	2.15 ±1.09	2.25 ±1.02	2.05 b ± 1.00	2.30 a,b ± 1.08
ODM	2.45 b ± 0.83	2.80 ±0.15	2.35 ±1.27	2.53 a,b ± 1.36	2.60 a,b ± 1.19
CTM(1)	3.30 a ± 0.80	2.90 ±0.21	3.05 ±0.83	3.00 a ± 0.86	3.05 a ± 0.94
CTM(2)	2.55 b ± 1.15	2.20 ±1.19	2.38 ±1.23	2.55 a,b ± 1.00	2.05 b ± 1.10

[1] TM, traditional marmalade; ODM, osmotic dehydrated marmalade; CTM(1) commercial traditional marmalade (1); CTM(2) commercial traditional marmalade(2)

[2] Mean values followed by different script in the same column differs significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p \leq 0.05$)

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของแยมและมาร์มาเลดได้ผลการวิเคราะห์พบว่าแยมและมาร์มาเลดทุกชนิดแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและ *Escherrichaia coli* โดยวิธี MPN น้อยกว่า 3 ต่อแยมหรือมาร์มาเลด 1 กรัม ไม่มี *Staphylococcus aureus* ในแยมหรือมาร์มาเลด 0.1 กรัม ไม่พบ*Salmonella* spp.ในแยมหรือมาร์มาเลด 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1x10 ^{4} โคโลนีต่อแยมและมาร์มาเลด 1 กรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อแยมและมาร์มาเลด 1 กรัม ดังนั้น แยมและมาร์มาเลดทุกตัวอย่างจึงได้มาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท รวมทั้งมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องแยม. มผช. 342/2547.

สรุปผลการทดลอง

การประยุกต์เทคโนโลยีออสโมติกดีไฮเดรชันในกระบวนการผลิตแยมสับปะรดและมาร์มาเลด พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านเคมีได้แก่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^{o}Brix) ค่า pH ปริมาณความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมด การออสโมติกดีไฮเดรชันผลไม้ใกล้เคียงกับแยมที่ผลิตทางการค้า นอกจากนี้การออสโมติกดีไฮเดรชันชิ้นผลไม้ก่อนนำไปกวนแยมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแพร่ของน้ำตาลเข้าไปในชิ้นผลไม้จึงลดเวลาการกวนแยมทำให้ช่วยรักษาวิตามินซี ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสีของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าวิธีการปกติและมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า แต่ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีมากกว่า ส่วนคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของทุกผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานตามกฎหมาย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. ราชกิจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป 118(ตอนพิเศษ 6ง.) ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2544. 1-14.

ธงชัย โสดามรรคและอัมพร จันทร์ดวง. มปป. เปรียบเทียบแยมข้าวโพดหวานโดยใช้ปริมาณน้ำนมข้าวโพดระดับต่างกัน. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.

ลักขณา รุจนไกรกานต์. 2543. แยม เยลลี่และมาร์มาเลด. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องแยม. มผช. 342/2547.

AOAC. 1980. Association of Official Analytical Chemist Official methods of Analysis. Washington, DC.

Asato, L., Takeda, J., Sato, H., Idani, G.I. and Kano, T.1995. Vitamin C Content of Representative Plant Food Used by Horticulturalists in the Zaire Basin and its Evaluation. Human and Nature, 5 :13-24.

Bacteriological Analytical Manual (BAM). 1998. [Online]. Available: http://www.fda.gov/Food//ScienceResearch /LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM071363 [2010, July 12]

Chafer, M., Izquierdo, J., Ortala, M. D., Martinez-Monzo, J. and Fito, P. 1997. Minimally Processed Products from Orange Fruits by Osmotic Dehydration. pp.60-65. In Oliveira, J. C. (ed). Process Optimization and Minimal Process of Foods. European Commission , Warsaw.

Gracia-Martinez, E., Ruiz-Diaz, G., Martinez-Monzo, J., Camacho, M. M., Martinez-Navarrete, N. and Chiralt, A. 2002. Jam manufacture with osmodehydrated Fruit. Food Research International. 35 : 301-306.

James, C. S. 1995. Analytical Chemistry of Foods. Chapman & Hall, London.

Ramallo, L. A. and Mascheroni R. H. 2005. Rate of Water Loss and Sugar Uptake During the Osmotic Dehydration of Pineapple. Brazilian Archives of Biology and Technology. 48: 761-770.

Shi, X. Q., Chiralt, A., Fito, P., Serra, J., Escoin, C. and Casque, L. 1996. Application of Osmotic Dehydration Technology on Jam Processing. Drying Technology. 14 : 841-857.

Yoshikawa, H., Ogawa, A., Fukuhara, K. and Kondo, S. 2006. Antioxidant Activity of Tropical Fruit Jam and Marmalade Processed with Different Combinations of Peel and Fresh in Citrus Fruit. Journal of Food , Agriculture & Environment. 4(2) : 78-84.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้