การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่ม

พริ้มเพรา ตะมะพุฒ[1] อัจฉราลัย คำฟู[1] และ จิรภา พงษ์จันตา[2*]
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000 ประเทศไทย

บทคัดย่อ

ขนมทอดกรอบที่ทำจากข้าวเหนียวเป็นอาหารว่างท้องถิ่นที่นิยมบริโภคในกลุ่มคนไทยที่เรียกกันว่า ข้าวแต๋น มีการแต่งหน้าด้วยผลึกน้ำอ้อยเชื่อม จัดเป็นขนมว่างที่มีคาร์โบไฮเดรตและน้ำมันสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการใช้สับปะรดมาเป็นวัตถุดิบในการแต่งหน้าข้าวแต๋นเพื่อเพิ่มรสชาติและเส้นใยอาหารในข้าวแต๋น จากการศึกษาพบว่าสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่แช่อิ่มด้วยสารละลายน้ำตาลทรายเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ที่มีมอลโตเด็กซ์ตรินผสมอยู่ 10% แช่เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วแช่ในกลูโคลิน 25% ของเนื้อสับปะรดแช่อิ่ม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงสุด โดยมีปริมาณน้ำอิสระ 0.56 ค่าสี L^* a^* b^* ที่ 34.07 - 1.67 และ 31.15 ตามลำดับ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (1.26×10^3 โคโลนีต่อกรัม) และพบว่าการใช้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่ระดับร้อยละ 20 ของข้าวแต๋นทอดมาแต่งหน้าข้าวแต๋น ได้คะแนนคุณภาพด้านสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมสูงที่สุดจากผู้ทดสอบชิมและผู้บริโภคในจังหวัดลำปาง จำนวน 105 คน โดยข้าวแต๋นหน้าสับปะรดที่พัฒนาได้มีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.51 ความชื้นร้อยละ 5.71 มีจุลินทรีย์ทั้งหมด 83.67 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง และมีค่า TBA เท่ากับ 1.05 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่พัฒนาได้มีค่า TBA ต่ำกว่าข้าวแต๋นสูตรดั้งเดิมที่มีค่า TBA เท่ากับ 1.77 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ดังนั้นข้าวแต๋นหน้าสับปะรดมีความเสถียรต่อการเกิดกลิ่นหืน

คำสำคัญ : สายพันธุ์สับปะรด / มอลโตเด็กซ์ตริน / กลูโคลิน / ลักษณะเนื้อสัมผัส / กลิ่นหืน

---

* *Corresponding author ; E-mail : jpongjanta@hotmail.com*

1 *นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร*

2 *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร*

Product Development of a Fried Rice Cracker (Khao-tan) Topped with Osmotically Dehydrated Pineapple Fruit

Primprao Tamaphud[1], Ahshalalai Kamflu[1], and Jirapa Pongjanta[2*]

Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Phichai, Muang, Lampang 52000 Thailand

Abstract

Fried glutinous rice crackers are a favorite Thai traditional snack. Locally they are referred to as khao-tan. Originally the rice crackers are topped with crystallized syrup, high in carbohydrate and fat content. To make this delicious snack healthier, our study attempted to enhance the fiber and taste of the rice cracker by using pineapple fruit as the topping raw material. The best pineapple variety was first determined: Pattavia. Using this variety, the best osmotic dehydration conditions were immersion of pineapple slices in 30 °Brix sucrose/maltodextrin syrup for 18 h followed by immersion in 25% glucose for 1 h and drying at 60 °C for 9 h. The properties of the osmotic pineapple slices were water activity of 0.56, color L^* a^* and b^* values of 34.07, -1.67, 31.15, and a total plate count of 1.26 x 10^3 CFU/gram. A fried cracker topped with this osmotic pineapple slice received the highest score on color, odor, taste, texture, and total acceptance by trained panelists and 105 consumers from Lampang Province. The same snack had 0.51 of water activity, 5.71% of moisture content and 1.05 milligram-malonal dehyde/kilogram sample. Thus it showed excellent stability with lower rancidity than the original crackers that had TBA value at 1.77 milligram malonaldehyde/kilogram sample.

Keywords : Pineapple Varieties / Maltodextrin / Glucoline / Texture Profile / Rancidity

* *Corresponding author ; E-mail : jpongjanta@hotmail.com*

1 *Undergraduate Student, Agro-Industry Department, Faculty of Agricultural Science and Technology.*

2 *Assistant Professor, Food Science Department, Agricultural Technology Research Institute.*

1. บทนำ

ข้าวแต๋นเป็นขนมขบเคี้ยวพื้นบ้านภาคเหนือที่ทำจากข้าวเหนียวมาผ่านการทำให้สุก ขึ้นรูปและทำแห้ง แล้วนำมาทอดให้พองตัวและแต่งหน้าด้วยน้ำตาล หมูหยอง น้ำพริกเผา หรือธัญพืชแห้ง ซึ่งการผลิตข้าวแต่นในจังหวัดลำปาง ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องโดยมีกำลังการผลิตและยอดจำหน่ายสูงถึง 100 ล้านบาทต่อปี มีการส่งจำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันประสบปัญหาด้านการขยายตลาด เนื่องจากตลาดต้องการผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่มีการแต่งหน้าแปลกใหม่และเป็นสากล โดยเฉพาะการส่งจำหน่ายในตลาดต่างประเทศนั้นจุดขายสำคัญคือ คุณภาพและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ในส่วนของหน้าข้าวแต๋นที่สะดุดตา อร่อย ไม่มีกลิ่นหืน จากความต้องการของผู้ประกอบการโรงงานข้าวแต๋น ทางผู้วิจัยจึงได้แนวคิดในการนำสับปะรดมาใช้แต่งหน้าข้าวแต๋น เพื่อเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากผลไม้ท้องถิ่นอันจะเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรให้จำหน่ายผลผลิตได้มากขึ้นในช่วงฤดูกาลที่มีผลผลิตมาก และได้ข้าวแต๋นที่มีรสชาติแปลกใหม่เป็นเอกลักษณ์ของไทย และเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภค

สับปะรดที่นำมาแต่งหน้าข้าวแต๋นได้นั้นจะต้องผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อให้มีคุณสมบัติที่สามารถยึดเกาะกับข้าวแต๋นได้และมีอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลายาวนาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานว่าการแช่อิ่มอบแห้งจะเป็นวิธีการแปรรูปสับปะรดที่เหมาะสมสำหรับแต่งหน้าข้าวแต๋น เนื่องจากมีลักษณะปรากฏในด้านกลิ่น สี รสชาติ ไม่แตกต่างจากลักษณะเดิม และยังสามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.60 [1] ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการแช่อิ่มโดยใช้สารละลายน้ำตาลทรายลดลงโดยใช้ กลูโคส ซอร์บิทอล หรือกลีเซอรอล เพื่อช่วยลดปริมาณน้ำอิสระ [2] มีการศึกษาพบว่าการใช้กลูโคสจะกำจัดน้ำในเซลล์ผลไม้ได้ดีกว่าฟรุกโตสและซูโครส [3] นอกจากนี้ยังมีการรายงานถึงการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินร่วมกับซูโครส สามารถลดปริมาณน้ำอิสระในสับปะรดแช่อิ่มได้ [4] นอกจากนั้นยังมีการพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการทำสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่มีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นต่ำกว่า 30 องศาบริกซ์ [5] เตรียมโดยการหั่นชิ้นสับปะรดหนาขนาด 1.5 เซนติเมตร แล้วแช่ในสารละลายที่มีแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1 และกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 1.5 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วแช่ในสารละลายน้ำตาลผสมน้ำคั้นสับปะรด และได้ผลิตภัณฑ์สับปะรดแช่อิ่มที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25 องศาบริกซ์ มีค่าความเป็นกรดด่าง 3.8 และมีการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 10 โดยแช่เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลิตภัณฑ์สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.55 และมีความหวานใกล้เคียงกับสับปะรดสด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ และเหมาะสำหรับแต่งหน้าข้าวแต๋น รวมถึงการศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง

2. วัตถุดิบและวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบที่ใช้

สับปะรด (*Ananas comosus cv. Smooth Cayenne*) พันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์นางแล จากแปลงเกษตรกร ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ข้าวแต๋นแห้งจากห้างหุ้นส่วนสามัญทวีพรรณ อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง น้ำมันพืช (ปาล์มโอลิน) น้ำตาลทราย (บริษัทมิตรผล, ประเทศไทย) กลูโคลิน (สยามฟาร์มาชีตริกเซ็นเตอร์, ประเทศไทย) ซื้อจากซุปเปอร์มาเกต ในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ส่วนมอลโตเด็กซ์ตริน (DE 11-15) จากบริษัท Thai Foods Product International Co., Ltd. ประเทศไทย และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลชีววิทยาใช้เกรดวิเคราะห์ (Merck, German)

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของสับปะรด 2 สายพันธุ์

ทำการตรวจสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพพื้นฐานของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (*Ananas comosus cv. Smooth Cayenne*) และพันธุ์นางแล โดยวัดค่าสี ปริมาณ

ความชื้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังนี้

1. วัดสี ในระบบ CIE L^* a^* b^* ด้วยเครื่องวัดสี (JS 555, Techno System Corporation, Tokyo, Japan) ทำการสอบเทียบมาตรฐาน (calibration) ด้วย white porcelain reference plate ก่อนการวัดสีตัวอย่างในแต่ละสิ่งทดลอง

2. วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีการที่ระบุใน AOAC [6] โดยการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ แล้วคำนวณปริมาณความชื้น

3. วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) โดยใช้ Hand refractometer (ATAGO, Tokyo, Japan)

4. วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (%) วิเคราะห์ตามที่ระบุใน AOAC [6]

5. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องรุ่น C831 T (Consort, Belgium)

2.2.2. ศึกษากระบวนการผลิตสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง

ทำการศึกษาโดยใช้สายพันธุ์ของสับปะรด 2 ชนิด คือ พันธุ์ปัตตาเวียกับพันธุ์นางแล และความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลทรายที่ 3 ระดับ คือ 15 20 และ 30 องศาบริกซ์ ที่เตรียมโดยการคำนวณตามหลักของ Pearson's Square [7] แล้วต้มสายละลายให้เดือดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อเตรียมสำหรับการแช่อิ่ม ส่วนวิธีการเตรียมสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งทำโดยประยุกต์จากวิธีการของ [5] นำสับปะรดมาเจาะแกนออกด้วยที่เจาะแกนสับปะรดแบบมือกด จากนั้นหั่นสับปะรดออกเป็นแว่นหนา 0.5 เซนติเมตร แล้วนำมาผ่าเป็น 6 ชิ้นขนาดเท่าๆ กัน นำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที และลวกในน้ำเดือด 4 นาที ทำการสะเด็ดน้ำ แล้วนำมาแช่ในสารละลายน้ำเชื่อมที่เตรียมไว้เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ล้างน้ำเชื่อมในน้ำเดือด แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งดังนี้

1. การวัดสี ในระบบ CIE L^* a^* b ด้วยเครื่องวัดสี (JS 555, Techno System Corporation, Tokyo, Japan) ทำการ calibrated ด้วย white porcelain reference plate ก่อนการวัดสีตัวอย่างในแต่ละสิ่งทดลอง

2. วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธีการที่ระบุใน AOAC [6] โดยการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ แล้วคำนวณปริมาณความชื้น

3. วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) โดยใช้ Hand Refractometer (ATAGO, Tokyo, Japan)

4. วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (%) วิเคราะห์ตามที่ระบุใน AOAC [6]

5. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องรุ่น C831 T (Consort, Belgium)

6. วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณอิสระ GBX (FA/ST1, Paris, France) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วของพัดลมที่ระดับปานกลาง ทำการ calibrate ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัว ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง

7. ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม 30 คน ให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ค่าสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวมโดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scale โดยที่ระดับคะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุดและ 9 คือ ชอบมากที่สุด [9]

2.2.3 การพัฒนาคุณภาพสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้สารมอลโตเด็กซ์ตรินและกลูโคลิน

โดยศึกษาระดับการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับร้อยละ 0 5 10 และ 15 ของน้ำตาลทราย ที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำเชื่อม 30 องศาบริกซ์ แล้วต้มสารละลายแช่อิ่มให้เดือด ทำการกรองสารละลายน้ำเชื่อมเตรียมไว้สำหรับแช่อิ่มสับปะรดหั่นเป็นชิ้นตามรายละเอียดในกรรมวิธีการข้อ 2.2.2 นำสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Analysis of variance) ตามรายละเอียดในข้อ 2.2.2 เมื่อทราบระดับการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมแล้ว ได้ทำการศึกษา โดยการศึกษาระดับ กลูโคลิน

ที่มีต่อคุณภาพด้านความฉ่ำของสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง ที่ระดับร้อยละ 0 25 30 40 และ 50 ของเนื้อสับปะรดที่ผ่านการแช่อิ่ม ตามวิธีการข้างต้น หลังจากแช่อิ่มครบ 18 ชั่วโมงแล้ว ตักเนื้อสับปะรดออกมาพักให้สะเด็ดน้ำ แล้วเทผงกลูโคลินที่ระดับต่างๆ ลงไปคลุกผสมให้เข้ากัน พักไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วยกสับปะรดขึ้นล้างในน้ำเดือดและพักให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำสับปะรดแช่อิ่มมาทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ตามรายละเอียดในข้อ 2.2.2

2.2.4 การใช้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งแต่งหน้าข้าวแต๋นทอดที่มีต่อคุณภาพข้าวแต๋น

ทำการศึกษาการใช้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งแต่งหน้าข้าวแต๋นที่ผ่านการทอดแล้วโดยใช้ชิ้นสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่ระดับร้อยละ 0 10 และ 20 ของแผ่นข้าวแต๋นทอด วางลงบนข้าวแต๋นและใช้น้ำเชื่อมเข้มข้นเป็นตัวยึดติดกับเนื้อข้าวแต๋นทอด ดังแสดงในรูปที่ 1 นำทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม 30 คน ให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏค่าสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scale โดยที่ระดับคะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด [9] นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก และเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีในสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ดังนี้

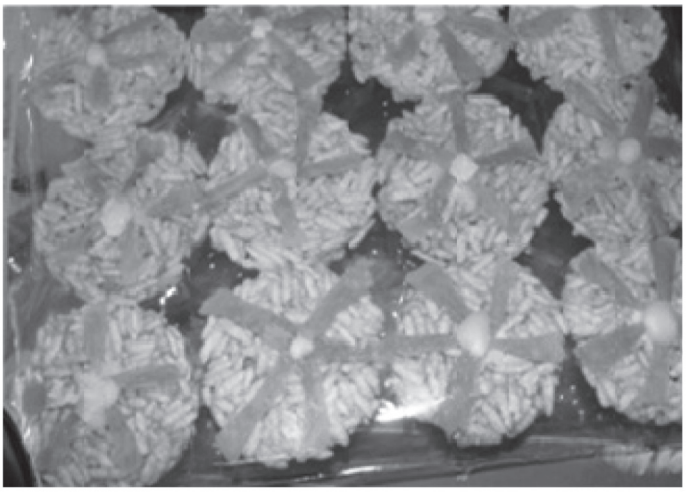
1. การวัดสี ในระบบ CIE L^* a^* b ด้วยเครื่องวัดสี (JS 555, Techno System Corporation, Tokyo, Japan) ทำการ calibrated ด้วย white porcelain reference plate ก่อนการวัดสีตัวอย่างในแต่ละสิ่งทดลองที่ผ่านการบดละเอียดด้วยโกร่งก่อนการบรรจุในภาชนะแก้วสำหรับวัดสี

2. วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณอิสระ GBX (FA/ST1, Paris, France) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็วของพัดลมที่ระดับปานกลาง ทำการ calibrate ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัว ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ผ่านการบดละเอียดด้วยโกร่งบดก่อนการบรรจุในภาชนะพลาสติกสำหรับวัดตัวอย่าง

3. การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง texture analyzer (TA.X T. plus, stable Micro systems, England) ใช้หัววัดเนื้อสัมผัสแบบ cylinder ขนาด 35 มิลลิเมตร รหัส p/35 โดยมีเงื่อนไขในการวัดที่ 75 เปอร์เซ็นต์ Strain และความเร็ว 30 มิลลิเมตรต่อวินาที

4. วิเคราะห์กลิ่นหืน โดยปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก (Thiobarbituric acid number, TBA) ตามกรรมวิธีที่ดัดแปลงจาก Jayasingh และ Cornforth [7] โดยชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดมา 2.0 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง หลังจากนั้นเติมสารละลายที่เตรียมไว้ 10 มิลลิลิตร (กรดไทโอบาร์บิทูริก 0.375 เปอร์เซ็นต์ และกรดไตรคลอโรอะซิติก 15 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ละลายในสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.25 นอร์มัล) แล้วให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำการหล่อเย็นด้วยน้ำเย็น แล้วนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge, Hettich รุ่น Universal 16) ที่ 8500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใส (supernatant) มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-visible spectrophotometer, Genesys รุ่น 10uv) และใช้สารละลายที่ไม่มีการเติมตัวอย่างข้าวแต๋น เป็นสารละลาย blank เมื่อได้ค่าการดูดกลืนแสงแล้วให้คูณด้วย 2.77 จะได้ค่าทีบีเอ (มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อข้าวแต๋น 1 กิโลกรัม) ดังสูตร TBA No. (ppm) = Sample A_{532} x 2.77

5. วิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยวิธี Spread plate โดยใช้สารละลายตัวอย่าง (ที่ผ่านการเจือจางที่ระดับ 10 100 1,000 เท่าของสารละลายเริ่มต้นที่เตรียมจากตัวอย่างบดละเอียด 1 กรัมละลายในน้ำเกลือที่ผ่านการฆ่าเชื้อจำนวน 9 มิลลิลิตร) จำนวน 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนจานอาหารที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งแข็งตัวแล้ว (solidified agar medium) สารละลายตัวอย่างจะถูกแผ่กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยแท่งแก้วพิเศษที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (Spreader) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี แล้วคำนวณปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามที่ระบุใน AOAC [6]



รูปที่ 1 Appearances of fried rice cracker topped with osmotic dehydrated pineapple slid

2.2.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวแต๋นหน้าสับปะรด

นำข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่พัฒนาได้ไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปในเขตอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จำนวน 105 คน ตามวิธี Central Location Test เพื่อทดสอบการชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างโดยกรอกแบบทดสอบชนิด Hedonic Scaling Test กำหนดช่วงคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 โดย 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาจัดระเบียบและทำคู่มือลงรหัสข้อมูล [8] ทำการวิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ ในค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS) ในด้านข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค พฤติกรรมการบริโภคข้าวแต๋น การยอมรับ ความชอบ และการตัดสินใจซื้อเปรียบเทียบกับข้าวแต๋นหน้าผลึกน้ำอ้อย

2.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โดยนำข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ส่วนข้อมูลทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก และเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลสมบัติทางเคมีและกายภาพของสับปะรด 2 สายพันธุ์

สมบัติทางเคมีและกายภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์นางแลที่ใช้ในการศึกษา แสดงในตารางที่ 1 พบว่าสับปะรดทั้งสองสายพันธุ์มีค่าทางเคมีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่าค่าทางกายภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 13.8 ถึง 14.0 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในช่วง 3.60 ถึง 3.79 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกในช่วง 0.23 ถึง 0.31 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้นที่ระดับ 85.17 ถึง 86.19 เปอร์เซ็นต์ และค่าความสว่างของสี (L^*) พบในช่วง 65.11 ถึง 68.84 ค่าความเข้มของสีเขียว-สีแดง (a^*) ในช่วง -6.58 ถึง -5.00 ค่าความเข้มของสีน้ำเงิน-สีเหลือง (b^*) มีค่าอยู่ในช่วง 37.28 ถึง 39.50 จะพบว่าค่าสีสับปะรดพันธุ์นางแลจะมีค่า L^* และค่า a^* สูงกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย

ตารางที่ 1 Physicochemical properties of pineapple fruits (Pattavia and Nanglae varieties)

Physicochemical properties	Pattavia variety	Nanglae variety
Total soluble solid (°Brix)	14.00[ns]	13.80
pH	3.69[ns]	3.79
Total acidity as citric acid (%)	0.311[ns]	0.23
Moisture content (% wet basic)	86.09[ns]	85.17
Color value - *L**	65.11[b]	68.84[a]
- *a**	-6.58[ns]	-5.00
- *b**	37.28[b]	39.50[a]

Note: [ns] Mean values in the same row are not signicantly different (p>0.05)
[a, b] Mean values in the same row with different letters are signicantly different (p<0.05)

3.2 ศึกษากระบวนการผลิตสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง

ผลการศึกษาในตารางที่ 2 พบว่า สายพันธุ์สับปะรดและความเข้มข้นของสารละลายแช่อิ่ม มีผลต่อค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในเนื้อสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่แช่อิ่มในสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 15 องศาบริกซ์ มีค่าความสว่างของสี (*L**) ค่าความเข้มของสีเขียว-สีแดง (*a**) และค่าความเข้มของสีน้ำเงิน-สีเหลือง (*b**) มากกว่าสิ่งทดลองอื่น ซึ่งค่าความสว่างของสีลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายแช่อิ่มในสับปะรดทั้งสองสายพันธุ์ ที่ส่งผลให้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมีสีเหลืองเข้มเพิ่มขึ้น โดยพบค่า *L** *a** และ *b** ในช่วง 38.64-42.90 1.62-3.74 และ 22.82-29.84 ตามลำดับ จากภาพรวมเห็นว่าสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจะมีสีเหลืองที่สดใสกว่าสับปะรดพันธุ์นางแลที่เมื่อแช่อิ่มแล้วจะมีสีเหลืองแดงและแข็งเหนียวกว่าซึ่งเป็นผลจากเยื่อใยที่เป็นเส้นเล็กของสับปะรดพันธุ์นางแล

ในด้านปริมาณน้ำอิสระในสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นที่ระดับ 15 20 30 พบว่า มีปริมาณอิสระในช่วง 0.65-0.75 ส่วนในด้านสายพันธุ์สับปะรด พบว่าสับปะรดแช่อิ่มพันธุ์ปัตตาเวียมีปริมาณน้ำอิสระ (0.65-0.72) ต่ำกว่า สับปะรดแช่อิ่มจากพันธุ์นางแล (0.67-0.75) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากลักษณะโครงสร้างเซลล์ของเนื้อสับปะรดที่มีขนาดต่างกัน จากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าสับปะรดพันธุ์นางแลจะมีเส้นใยที่เล็กและแน่นกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งทำให้การแพร่กระจายของน้ำได้น้อยกว่าสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

ในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายน้ำตาลเข้มข้นต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในช่วง 13.94 – 20.72 องศาบริกซ์ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้ในการแช่อิ่ม ส่วนด้านสายพันธุ์พบว่าสับปะรดแช่อิ่มที่ผลิตจากสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (13.94-20.72 องศาบริกซ์) สูงกว่าสับปะรดแช่อิ่มจากสับปะรดพันธุ์นางแล (13.01–19.42 องศาบริกซ์) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 2 Effect of pineapple varieties and concentration of sucrose solution on physicochemical properties of osmotic dehydrated pineapple slide

Treatments		Color value			TSS	
Pineapple varieties	Sucrose Conc. (°Brix)	L^*	a^*	b^*	(°Brix)	a_w
Patavia	15	42.90[a]	3.74[a]	29.84[a]	13.94[c]	0.65[c]
	20	42.82[a]	2.86[b]	24.05[c]	14.25[b]	0.68[bc]
	30	41.01[b]	1.62[c]	25.77[b]	20.72[a]	0.72[b]
Nanglae	15	41.47[b]	2.88[b]	29.30[a]	13.10[c]	0.67[c]
	20	38.69[c]	2.25[b]	25.57[b]	14.47[b]	0.70[b]
	30	38.64[c]	2.79[b]	22.82[d]	19.42[a]	0.75[a]

Note: [a, b] Mean values in the same column with different letters are signicantly different ($p<0.05$)

ผลของสายพันธุ์และความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่มีต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบ 30 คน แสดงในตารางที่ 3 พบว่า สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งจากพันธุ์ปัตตาเวียที่แช่ในสารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ได้คะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด ที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 7.28 6.67 7.25 6.83 และ 7.17 ตามลำดับ ส่วนสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งจากสับปะรดพันธุ์นางแลที่แช่ในสารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ได้คะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่ระดับคะแนน 7.25 6.58 6.75 6.92 และ 6.92 ตามลำดับ จากสมบัติทางเคมีของสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระสูงกว่า 0.60 ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการแต่งหน้าข้าวแต๋น เนื่องจากเป็นจุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแช่อิ่มที่ความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม จึงคัดเลือกไปศึกษาหาสารที่ช่วยลดปริมาณน้ำอิสระโดยใช้มอลโตเด็กซ์ตริน ผสมกับน้ำตาลทรายในการเตรียมสารละลายแช่อิ่มแทนการเพิ่มเวลาและอุณหภูมิในการอบแห้งเนื่องจากทางโรงงานต้องการทำแห้งสับปะรดแช่อิ่มไปพร้อมกับการอบแห้งข้าวแต๋น

ตารางที่ 3 Effect of pineapple varieties and concentrations of sucrose solution on sensory evaluation of osmotic dehydrated pineapple slide

Treatments		Sensory Evaluation				
Pineapple varieties	Sucrose Conc. (°Brix)	Color	Odor	Taste	Texture	Total Acceptance
Patavia	15	6.67[a]	6.50[a]	6.25[ab]	6.50[a]	6.75[a]
	20	6.25[b]	5.92[a]	6.33[bc]	6.42[b]	5.95[b]
	30	7.28[a]	6.67[a]	7.25[a]	6.83[a]	7.17[a]
Nanglae	15	5.83[b]	6.00[a]	5.92[c]	5.58[b]	5.92[b]
	20	6.08[b]	5.92[a]	6.62[ab]	6.33[a]	6.42[ab]
	30	7.25[a]	6.58[a]	6.76[ab]	6.92[a]	6.92[a]

Note: [a, b] Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$)

3.3 ผลการพัฒนาคุณภาพสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้สารมอลโตเด็กซ์ตรินและกลูโคลิน

ผลการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับ 0 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทรายในการเตรียมสารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ โดยทำการผลิตสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งตามวิธีการข้อ 2.2.2 พบว่า การใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับต่างๆ มีผลต่อค่าสี ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้น ในเนื้อสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินสามารถลดปริมาณน้ำอิสระลงได้เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน จากตารางที่ 4 พบว่าระดับการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่เพิ่มสูงขึ้นจะมีค่าความสว่างของสี (L^*) น้อยลง และมีค่าความเข้มของสีเขียว-แดง (a^*) และความเข้มของสีน้ำเงิน-สีเหลือง (b^*) มากขึ้นตามลำดับ โดยค่าสี L^* มีค่า 37.96 ถึง 46.44 ค่าสี a^* มีค่า 0.20 ถึง 1.89 และค่าสี b^* มีค่า 41.80 ถึง 50.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 The effect of maltodextrin addition in sucrose solution on physicochemical properties of osmotic dehydrated pineapple slide

Maltodextrin Level (%)	a_w	Moisture (%)	Color		
			L^*	$.a^*$	b^*
0	0.62[a]	16.61[a]	46.44[a]	0.63[c]	43.49[c]
5	0.54[b]	14.55[b]	37.96[c]	1.41[b]	48.94[b]
10	0.51[b]	13.32[c]	40.18[b]	1.20[b]	41.80[d]
15	0.50[b]	13.22[c]	38.02[c]	1.89[a]	50.13[a]

Note: [a, b, c]Mean value in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$)

ปริมาณน้ำอิสระ พบว่ามีค่าระหว่าง 0.50 ถึง 0.62 โดยสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่ไม่ใส่มอลโตเด็กซ์ตริน มีปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด คือ 0.62 รองลงมาคือการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ (0.54), 10 เปอร์เซ็นต์ (0.51) และที่ 15 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด (0.5) ด้านปริมาณความชื้น พบว่ามีค่าระหว่าง 13.22-16.61 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก โดยสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่ไม่ใส่มอลโตเด็กซ์ตรินพบว่ามีปริมาณความชื้นมากที่สุด (16.61 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก) รองลงมาคือ 5 เปอร์เซ็นต์ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ ที่มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 14.55 เปอร์เซ็นต์ 13.32 เปอร์เซ็นต์ และ 13.22 เปอร์เซ็นต์ ในฐานเปียก ตามลำดับ จากการสังเกตลักษณะปรากฏของสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งพบว่าการใช้ระดับของมอลโตเด็กซ์ตรินที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ความฉ่ำของสับปะรดแช่อิ่มลดลงตามลำดับ และพบว่าที่ระดับการใช้มอลโตเด็กซ์ตริน 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด จึงคัดเลือกไปศึกษาการเพิ่มความฉ่ำโดยใช้กลูโคลิน ได้ผลดังนี้

การใช้กลูโคลินชนิดผงคลุกผสมเนื้อสับปะรดแช่อิ่ม ที่ระดับ 0 25 30 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อสับปะรดที่ผ่านการแช่อิ่มด้วยสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ที่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วแช่อิ่มสับปะรดเป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วยกขึ้นให้สะเด็ดน้ำเชื่อม แล้วใส่กลูโคลินชนิดผงคลุกผสมเนื้อสับปะรดแช่ไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วล้างน้ำเชื่อมออกโดยการลวกในน้ำเดือด ก่อนการอบแห้ง พบว่าการใช้กลูโคลินผงที่ระดับต่างๆ กัน มีผลต่อปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น และค่าสีในเนื้อสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากตารางที่ 5 พบว่าที่ระดับการใช้กลูโคลินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นลดลงจาก 0.57 เป็น 0.54 และ 16.72 เป็น 14.09 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากที่กลูโคลินมีส่วนผสมของกลูโคสอยู่ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสารสารละลายกลูโคสช่วยกำจัดน้ำในเซลล์ผลไม้ได้ดีกว่าฟรุกโตสและซูโครส สารละลายชนิดเดียวกันเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นจะทำให้น้ำแพร่ออกได้เร็วขึ้น แต่ขณะเดียวกันน้ำตาลที่แพร่เข้าไปในผลไม้ได้มากขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น [10] ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่หวานจนเกินไป ส่วนในด้านค่าสี พบว่าการใช้กลูโคลินที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความสว่างของสี ค่าความเข้มของสีเขียว-แดง และ สีน้ำเงิน-เหลือง ลดลง โดยค่า L^* ลดจาก 40.45 เป็น 37.28 ค่า a^* ลดจาก 0.56 เป็น -0.24 และ ค่า b^* 27.98 เป็น 23.73 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 Effect of glucolin soaking after osmotic on physicochemical properties of osmotic dehydrated pineapple slide

Glucolin Level (%)	a_w	Moisture (%)	Color value		
			L^*	$.a^*$	b^*
0	0.61^{a}	16.72^{a}	36.96^{c}	0.49^{c}	43.14^{a}
25	0.57^{b}	14.88^{b}	36.45^{c}	0.57^{c}	27.98^{b}
30	0.57^{b}	15.89^{ab}	31.99^{d}	1.53^{b}	27.06^{b}
40	0.57^{b}	15.11^{ab}	37.95^{b}	1.52^{b}	25.59^{c}
50	0.54^{b}	14.09	37.28^{b}	2.24^{a}	23.73^{d}

Note: $^{a, b}$Mean value in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$)

ผลการใช้สารที่ช่วยในการลดปริมาณน้ำอิสระโดยใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของสารละลายน้ำตาลทรายเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ มาแช่อิ่มสับปะรดเป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วนำเนื้อสับปะรดแช่อิ่มมาผสมกับกลูโคลินผง ที่ระดับ 25% ของเนื้อสับปะรดแช่อิ่ม แช่ไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความฉ่ำของเนื้อสับปะรดแช่อิ่ม ก่อนอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง พบว่า สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่ได้มีปริมาณน้ำอิสระ 0.55 ปริมาณความชื้น 16.31 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 34.07-1.67 และ 31.15 ตามลำดับ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 1.26 10^2 โคโลนีต่อกรัมสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง (ตารางที่ 6) ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ข้าวแต๋น ที่กำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1 10^3 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง [9]

ตารางที่ 6 Physicochemical properties and total plate count of the developed osmotic dehydrated pineapple slides.

Physicochemical properties	Osmotic dehydrated pineapple slides
Water activity	0.55±0.05
Moisture content (%)	16.31±0.19
Color value - L^*	34.07±1.64
- a^*	-1.67±0.38
- b^*	31.15±1.03
Total plate count (CFU/ gram sample)	1.26×10^2

Note: Mean values are average of three replications

3.4 ผลการใช้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งแต่งหน้าข้าวแต๋น

นำสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่พัฒนาได้ตามกระบวนการผลิตที่แสดงในรูปที่ 2 มาศึกษาระดับการใช้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่เหมาะสำหรับแต่งหน้าข้าวแต๋นที่ทอดให้พองกรอบ ที่ระดับ 0 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของข้าวแต๋นที่ทอดพองกรอบ แล้วทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ และความชอบรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยให้คะแนนการยอมรับในระดับ 6.88-7.88 6.50-7.63 และ 6.13-7.00 คะแนนตามลำดับ ส่วนคะแนนการยอมรับในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับที่ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากข้อมูลความชอบโดยรวม พบว่าระดับการใช้สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งแต่งหน้า ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของแผ่นข้าวแต๋นทอดได้คะแนนความชอบรวมสูงสุด (7.00) จึงนำไปตรวจสอบสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อไป

รูปที่ 2 Processing step of the selected osmotic dehydrated pineapple slide

ตารางที่ 7 Sensory evaluation of fried rice cracker topped with 0, 10 and 20% of osmotic dehydrated pineapple slides

Osmotic pineapple (%)	Sensory evaluation score (9 point hedonic scale)					
	Appearance	Color	Odor	Taste	Texture	Total acceptability
0	7.25 ^{ab}	6.88 ^{ns}	6.63^{ns}	6.50^{b}	7.00 ^{ns}	6.50^{ab}
10	7.88^{a}	6.88	6.25	7.63^{a}	7.38	7.00^{a}
20	6.88^{b}	7.13	6.88	7.63^{a}	7.38	6.13^{b}

Note: ^{ns}Means are not significantly different ($p>0.05$)
$^{a, b}$Mean value in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$)

3.4.1 ผลการตรวจสอบสมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง ข้าวแต๋นที่ไม่แต่งหน้า และข้าวแต๋นหน้าน้ำอ้อย แสดงในตารางที่ 8 พบว่า ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมีปริมาณน้ำอิสระในช่วง 0.33-0.51 มีความชื้น 2.29-6.54 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ค่า TBA ในช่วง 0.68-1.77 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในช่วง 30-84 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวแต๋น [9] นอกจากนี้ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มยังมีแนวโน้มการเกิดกลิ่นหืนน้อยกว่าข้าวแต๋นน้ำอ้อยสูตรดั่งเดิมโดยมีค่า TBA ที่ต่ำกว่า

3.4.2 ผลสมบัติด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง

ผลการวิเคราะห์สมบัติด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง พบว่า มีค่าความแข็ง (Hardness) ในช่วง 10.46-26.93 นิวตันต่อกรัม และค่าการแตกหัก (Fracturability) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.53 ถึง 21.29 โดยข้าวแต๋นที่แต่งหน้าด้วยสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมีค่าแรงที่ใช้ในทำให้แตกหักต่ำที่สุด ส่วนค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness) มีค่าอยู่ในช่วง 0.12-0.16 โดยข้าวข้าวแต๋นที่ไม่แต่งหน้าและแต่งหน้าด้วยสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมีค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness) ต่ำที่สุดคือ 0.12 และข้าวแต๋นที่แต่งหน้าด้วยน้ำผลึกน้ำอ้อย มีค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกันสูงที่สุดคือ 0.16 ในด้านค่าความเหนียว (Gumminess) มีค่าอยู่ในช่วง 1.23-4.46 กิโลฟอส (kf) และค่าความทนทานต่อการบดเคี้ยว (Chewiness) มีค่าอยู่ในช่วง 0.39-1.10 กิโลจูล (kJ) โดยข้าวแต๋นที่แต่งหน้าด้วยสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งมีค่าความทนทานต่อการบดเคี้ยวต่ำที่สุด และข้าวแต๋นที่แต่งหน้าด้วยน้ำอ้อยมีค่าความทนทานต่อการบดเคี้ยวสูงที่สุด (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 Physicochemical properties and total plate count of fried rice cracker topped with osmotic dehydrated pineapple slide and melt brown sugar

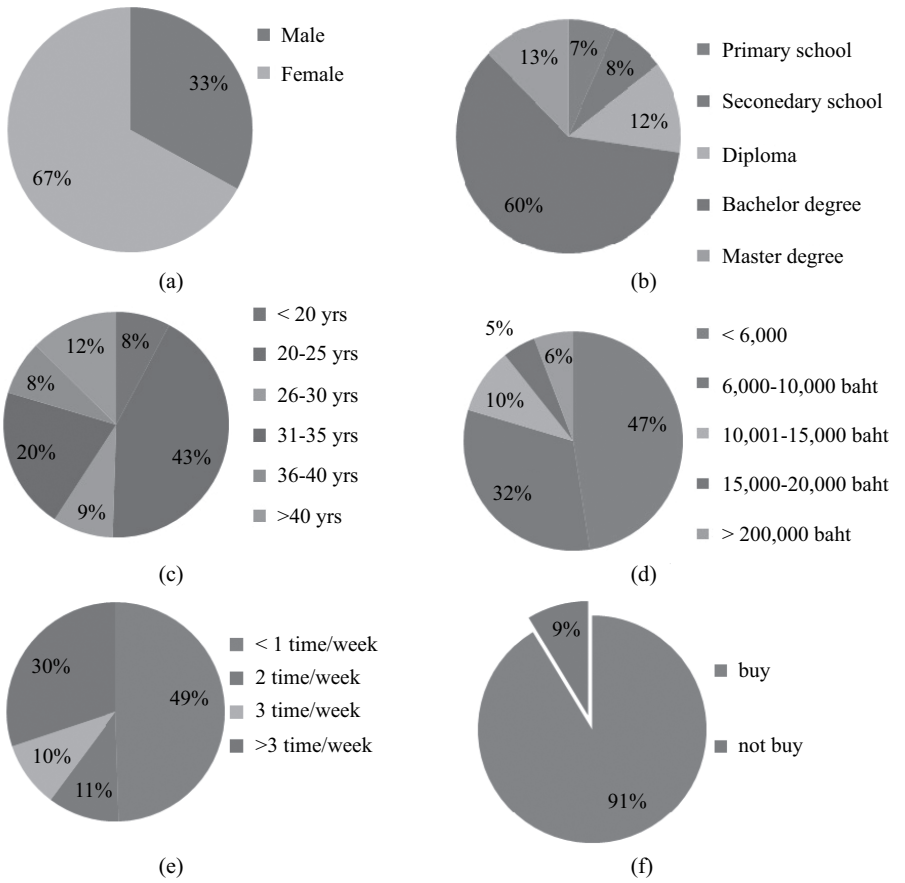
Physicochemical properties	Type of toping on fried rice cracker		
	No toping	Osmotic dehydrated pineapple slide topped	Melt brown sugar topped
Water activity	0.33±0.01[c]	0.51±0.00[a]	0.42±0.00[b]
Moisture content (% wet basic)	2.29±0.02[c]	5.71±0.10[b]	6.54±0.27[a]
TBA value (milligram malodehide/kilogram)	0.68±0.01[c]	1.05±0.01[b]	1.77±0.00[a]
Texture profiles			
- Hardness (Newton/gram)	17.79±7.39[b]	10.46±12.95[c]	26.93±5.25[a]
- Fracturability	16.97±4.62[b]	15.53±11.94[c]	21.29±4.30[a]
- Cohesiveness	0.12±0.02[ns]	0.12±0.03	0.16±0.03
- Gumminess (kilo force)	2.15±1.20[b]	1.23±1.59[b]	4.46±1.63[a]
- Chewiness (kilo joule)	0.56±0.37[b]	0.39±0.54[b]	1.10±0.58[a]
Total plate count (CFU/ gram sample)	<30[c]	83.67[a]	75[b]

Note: Mean values are average of three replications
[ns] Means are not significantly different ($p>0.05$)
[a, b] Mean value in the same row with different letters are significantly different ($p<0.05$)

3.5 ผลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรด

3.5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบชิมข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งแสดงในรูปที่ 3 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (67.00 เปอร์เซ็นต์) มีอายุระหว่าง 20-25 ปี มากที่สุด (42.70 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคืออายุ 31-35 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด (60.20 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือระดับปริญญาโท (12.60 เปอร์เซ็นต์) มีอาชีพนักศึกษา (43.70 เปอร์เซ็นต์) และธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย (21.40 เปอร์เซ็นต์) มีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 6,000 บาท มากที่สุด (47.60 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือมีรายได้ต่อเดือน 6,000-10,000 บาท ด้านความถี่ในการบริโภคข้าวแต๋นที่พบมากที่สุดคือ สัปดาห์ละครั้ง (49.50 เปอร์เซ็นต์)



รูปที่ 3 Geographically characteristic and decision to buy the product of 103 consumers, where; (a) Sex, (b) Education background, (c) Age, (d) Monthly income, (e) Frequence consume Kaotan and (f) Decided to buy

3.5.2 ผลค่าระดับคะแนนความชอบของผู้บริโภค

ค่าระดับคะแนนความชอบและตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มแห้งแสดงในตารางที่ 9 และรูปที่ 3 โดยได้คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม คือ 7.04 7.01 7.24 7.32 และ 7.45 ตามลำดับ และผู้บริโภคในจังหวัดลำปาง 99.00 เปอร์เซ็นต์ ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์และผู้บริโภค 91.30 เปอร์เซ็นต์ ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 10 บาทต่อน้ำหนักข้าวแต๋น 40 กรัม (3 แผ่น)

ตารางที่ 9 Sensory evaluation of fried rice cracker topped with osmotic dehydrated pineapple Slide

Type of toping	Sensory evaluation score (9 point hedonic scale)					
	Appearance	Color	Odor	Taste	Texture	Total acceptance
ODP	7.26 [a]	7.04 [ns]	7.01 [ns]	7.24 [ns]	7.32 [ns]	7.45 [a]
MBS	6.85 [b]	6.94	6.98	6.89	7.20	6.99 [b]

Note: [ns] Means are not significantly different (p>0.05)
[a, b] Mean value in the same column with different letters are significantly different (p<0.05)

4. สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนาวิธีการผลิตสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.66 และมีความฉ่ำเนื้อเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบแต่งหน้าข้าวแต๋น พบว่า สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีความเหมาะสมในการนำมาแช่อิ่มด้วยสารละลายน้ำตาลทรายร่วมกับมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 30 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วผสมกับกลูโคลินในปริมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อสับปะรดแช่อิ่มก่อนอบแห้ง ได้ผลิตภัณฑ์สับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระ 0.55 และมีเนื้อฉ่ำ สามารถใช้แต่งหน้าข้าวแต๋นได้ และผู้บริโภคให้การยอมรับและตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถที่ขยายผลกรรมวิธีการผลิตสู่ผู้ประกอบการสำหรับผลิตเชิงการค้าต่อไปและเป็นแนวทางในการพัฒนาข้าวแต๋นหน้าผลไม้ไทยชนิดอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังต้องมีการศึกษาต่อเนื่องถึงสมบัติทางเคมีและกลไกที่มีผลต่อคุณภาพสับปะรดแช่อิ่มอบแห้งที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำแต่มีความนุ่มและฉ่ำไม่แห้งแข็งที่สามารถผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรม

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมและวิจัยสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปี 2552 ผู้ให้การสนับสนุนทุนในการดำเนินงานในโครงงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณห้างหุ้นส่วนสามัญข้าวแต๋นทวีพรรณที่สนับสนุนวัตถุดิบวิจัย และ ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนให้มีการเผยแพร่ผลงานวิชาการสู่สากล

6. เอกสารอ้างอิง

1. Nithiya, R., 2000, *Food Chemistry*, Odeon Store Publisher., Bangkok, Thailand, 487 p. (in Thai)

2. Lerici, C., Pinnavaia, R., Dalla R.M., and Bartolucci, L., 1985, “Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality”, *Journal of Food Science*, Vol. 50, pp. 1217-1219.

3. Khin, M.M., Zhou, W. and Perera, C., 2005, “Development in the combined treatment of coating & osmotic dehydration of food: A review”, *Journal of Food Engineering*, Vol. 1, pp. 1-19.

4. Piyavit, T., 1999, *Osmotic Dehydration for Removing Water from Pineapple Tissue in Malto-dextrin and Sucrose Syrups*, Master Thesis, Major Field Food Technology, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

5. Lungroong N., and Busarakorn M., 2006, “Production of low-sugar and metabisulfite-free osmotic dehydrated pineapple”, *Agricultural Science Journal*, Vol. 37, No. 5, pp. 325-328. (in Thai)

6. AOAC, 2002, *Official Method of Analysis 14th ed*. The Association Analytical Chemist. Washington D.C.

7. Jayasingh, P., Cornforth, D.P., 2003, "Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork", *Meat Science Journal*, Vol. 66, pp. 83-89.

8. Matt, M., 2001, *Using Pearson's Square*, Cited from: www. Northtexas winemakers.org/ download-software.html)

9. Stone, H. and Sidel, J.L., 2004, *Sensory Evaluation Practice*, Elsevier Academic Press, UK. 377 p.

10. Thailand Industrial Standards Institute (TISI), 2002, *Community Products Standards*: *Khao-tan*, Bangkok, Thailand, 18 p. (in Thai)

11. Azoubel, P.M. and Murr, F.E.X., 2004, "Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato", *Journal of Food Engineering*, Vol. 61, pp. 291-295.