



การผลิตไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์

Production of Syrup from Cashew Apples

วิภา ประพินอักษร^{1*} นันทา เป็งเนตร์¹ ดรุณี มุลโรจน์¹ และ นคร สานิชวรรณ¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของเอนไซม์เพคตินเอสที่เหมาะสมในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์ที่ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0.00 0.05 0.10 0.15 และ 0.20 ของน้ำหนักเนื้อมะม่วงหิมพานต์บด ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าการเพิ่มปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสทำให้สามารถสกัดน้ำมะม่วงหิมพานต์ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เอนไซม์เพคตินเอสร้อยละ 0.15 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์ โดยให้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 84.75 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11 องศาบริกซ์ เมื่อนำน้ำมะม่วงหิมพานต์มาทำให้เข้มข้นโดยวิธีการระเหยแบบสูญญากาศ ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสพบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้นมีผลทำให้ไซรัปที่ได้มีลักษณะสีน้ำตาลมากขึ้น อุณหภูมิในการระเหยที่เหมาะสม คือ 60 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและความชอบรวมมากที่สุดอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ชอบเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลมีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 23.45 4.54 และ 29.44 ตามลำดับ ค่าความหนืด 240.95 cPs ค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.77 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 68 องศาบริกซ์ ความเป็นกรดต่าง 3.65 ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และปริมาณกรด (กรดซิตริก) 31.50 1.63 2.74 และ 1.49% ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส 29.82 29.88 และน้อยกว่า 0.5% ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.5×10^2 CFU/g และ ยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 10 CFU/g

¹ภาควิชาเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

*Corresponding Author, E-mail: wipa.p@hotmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the most appropriate Pectinase enzyme quantity in extraction cashew apple juice of 5 levels: 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20%, respectively. Incubation at 50 °C for 3 hours. The result showed that the increase in Pectinase enzyme could help the release of cashew apple juice at a significant level ($p < 0.05$). The 0.15 % of Pectinase enzyme was the most suitable amount in extracting juice from cashew apple fruits which gave 84.75% yield of juice and 11 °Brix of total soluble solids. When concentrated by vacuum evaporation at 3 different temperatures: 50, 60 and 70 °C, the juice treated at higher temperatures resulted in rich brown color. The most suitable temperature for evaporation was at 60 °C was the most acceptable for odor and overall acceptance at somewhat like. The syrup obtained had the yellowish-brown in color in which the value color L^* , a^* and b^* were 23.45, 4.54 and 29.44 respectively. The viscosity value was 240.95 cPs, a_w 0.77, total soluble solid 68 °Brix, pH 3.65. The moisture content, ash, protein and citric acid were 31.50, 1.63, 2.74 and 1.49%, respectively. Glucose, fructose and sucrose were 29.82, 29.88 and less than 0.5%, respectively. The total plate count was 3.5×10^2 CFU/g. and yeast and molds were less than 10 CFU/g.

คำสำคัญ: มะม่วงหิมพานต์ ไช้รับผลไม้ เอนไซม์เพคตินเนส

Keywords: Cashew apple, Fruit syrup, Pectinase enzyme

บทนำ

มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ปัจจุบันนอกจากการนำส่วนของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาบริโภคแล้ว ยังมีส่วนของผลมะม่วงหิมพานต์ซึ่งมีปริมาณมากและมีน้ำหนักถึงประมาณ 6 เท่าของน้ำหนักเมล็ดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารโดยพบว่าในผลมะม่วงหิมพานต์มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญได้แก่ โปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 0.30 0.16 และ 10.95 ตามลำดับ (กรรณิการ์ และ กิตติพงษ์, 2551) ในผลมะม่วงหิมพานต์ยังเป็นแหล่งของวิตามินซีจากธรรมชาติ ซึ่งมีในปริมาณสูง มีการนำผลมะม่วงหิมพานต์สุกมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

เช่น น้ำมะม่วงหิมพานต์ ไวน์น้ำส้มสายชู เครื่องดื่มและแยม เป็นต้น เนื่องจากผลมะม่วงหิมพานต์มีสารอะนาคาร์ดิกแอซิด (anacardic acid) ซึ่งมีการศึกษาพบว่าสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกและยับยั้งการเจริญเติบโตของมะเร็งเต้านมได้และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase) เป็นสาเหตุของการเกิดจุดดำและรอยหมองคล้ำใต้ผิวหนัง อันเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งผิวหนัง (มะม่วงหิมพานต์, 2553) มีการศึกษาพบว่าในน้ำมะม่วงหิมพานต์ มีปริมาณน้ำตาล 12.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Lowor and Agyente-Badu, 2009) สามารถนำมาผลิตเป็นไช้รับได้ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำผลมะม่วงหิมพานต์สุกมาผลิตเป็นไช้รับ เนื่องจาก

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ไซรัปจากผลไม้ นิยมนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เป็นสารให้ความหวาน สารให้กลิ่นรส ใช้ตกแต่งหน้าผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อดึงดูดใจผู้บริโภค เช่น ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ไอศกรีม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์นม รวมถึงใช้เป็นสารให้สีในอาหารและยาเป็นต้น เมื่อรับประทานเข้าสู่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ทันที ทำให้มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่าการบริโภคน้ำตาลซูโครส จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค รวมทั้งผู้ป่วยเบาหวาน การผลิตไซรัปประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ อยู่ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการสกัดน้ำผลไม้และการทำให้เข้มข้นเนื่องจากผลมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณเพคติน (pectin) อยู่สูง การสกัดโดยการบีบคั้นทำให้ได้ผลผลิตน้อยและสกัดได้ยาก จึงต้องใช้เอนไซม์ช่วยย่อยสลายเพคตินในเนื้อผลมะม่วงหิมพานต์เพื่อให้สกัดได้ง่ายขึ้น เอนไซม์ที่ใช้ได้แก่เอนไซม์เพคตินเนส โดยเอนไซม์เพคตินเนสตัดสายเพคติน ทำให้ประจุของเพคตินและโปรตีนแสดงเป็นประจุต่างชนิดกันทำให้เกิดการรวมตัวของประจุต่างชนิดของโปรตีนและเพคตินเกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น ทำให้สามารถตกตะกอนได้ (ปราณี, 2543) มีการศึกษาการสกัดน้ำหมอนโดยการใช้อินไซม์เพคตินเนส พบว่าการเติมเอนไซม์เพคตินเนสที่ร้อยละ 0.10 ของน้ำหนักผลหมอนบด และใช้เวลาในการบ่ม 3 ชั่วโมงพบว่าให้ผลผลิตน้ำหมอนสูงถึงร้อยละ 79.13 (ปัทมา และคณะ, 2552) โดยเอนไซม์มีความเสถียรที่อุณหภูมิ 30–50 องศาเซลเซียส เมื่อใช้อุณหภูมิในการบ่มสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ทำให้การทำงานของเอนไซม์ลดลง (ชิดชัย, 2547) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเอนไซม์เพคตินเนสที่เหมาะสมในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์ ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัป และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์ การวิจัยครั้งนี้นอกจากจะได้ข้อมูลด้านการผลิตไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์แล้วยังเป็นการนำผลมะม่วงหิมพานต์ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่มีจำนวนมากและก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียตามธรรมชาติ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลมะม่วงหิมพานต์โดยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในชุมชนเพื่อสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับประชาชนได้อีก

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผลมะม่วงหิมพานต์และเอนไซม์เพคตินเนส

วัตถุดิบหลักที่ใช้ คือ ผลมะม่วงหิมพานต์สุกพันธุ์ศก.ศรีสะเกษ มีระยะความแก่อ่อน 5 เดือน ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 10–11 องศาบริกซ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.92-3.99 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 88.00-89.00 โดยเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ปลูกในอำเภอท่าปลาและอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ทำการเตรียมผลมะม่วงหิมพานต์ โดยนำผลมะม่วงหิมพานต์สุกล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำมาต้มเพื่อลดปริมาณแทนนิน ใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะม่วงหิมพานต์สุกต่อน้ำที่ใช้ต้มเท่ากับ 1:2 ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด เมื่อวัดอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของผลมะม่วงหิมพานต์ที่ต้มได้ที่ 95 องศาเซลเซียสแล้ว ต้มต่อเป็นเวลา 4 นาที (กรรณิการ์ และ กิตติพงษ์, 2551) จากนั้นตัดผลมะม่วงหิมพานต์ใส่ในตะแกรงทิ้งให้สะเด็ดน้ำและปล่อยให้เย็น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และใช้อินไซม์ เพคตินเนส (Pectinex[®] Ultra SP-L) มีกิจกรรม 9,500 PGU/ml (polygalacturonase/ml) จากบริษัท Novozymes จากประเทศเดนมาร์กในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์

2. ศึกษาปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสที่เหมาะสมในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์

เนื่องจากผลมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณเพคตินอยู่สูงการสกัดโดยการบีบคั้นทำให้ได้ผลผลิตน้อยและสกัดได้ยาก จึงต้องใช้เอนไซม์เพคตินเอสช่วยย่อยสลายเพคตินในผลมะม่วงหิมพานต์ วางแผนการทดลองแบบ CRD ปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ในการสกัด โดยนำผลมะม่วงหิมพานต์สุกที่ผ่านการต้มและแช่แข็งไว้มาทำให้ละลาย แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่าง นำเนื้อผลมะม่วง หิมพานต์บด (มีค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนเติมเอนไซม์เท่ากับ 3.96) มาเติมเอนไซม์เพคตินเอส 5 ระดับ คือร้อยละ 0.00 0.05 0.10 0.15 และ 0.20 ของน้ำหนักเนื้อผลมะม่วงหิมพานต์บด (ใช้เนื้อผลมะม่วงหิมพานต์บดเท่ากับ 1,000 กรัม) ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาคั้นแยกน้ำมะม่วงหิมพานต์ด้วยเครื่องคั้นแบบไฮดรอลิก ทำการตรวจวัดคุณภาพ ได้แก่ ผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ hand refractometer รุ่น Atago ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น นำค่าที่ได้แต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเลือกปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสมในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์ไปทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัป

นำน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่ได้จากขั้นตอนการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์โดยใช้เอนไซม์เพคตินเอสมาทำให้เข้มข้นเป็นไซรัปโดยการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator) วางแผนการทดลองแบบ CRD ปัจจัยที่ศึกษา คือ อุณหภูมิ

ที่ใช้ในการระเหย โดยนำน้ำมะม่วงหิมพานต์จำนวน 500 มิลลิลิตร มาใส่ในขวดกลั่นระเหย ทำการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ยี่ห้อ Buchi รุ่น Buchi Rotavapor R-124 ผลิตจากประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ที่อุณหภูมิ 3 ระดับคือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ที่ความดันสุญญากาศ 75 mbar และความเร็วรอบในขวดกลั่นที่ 200 rpm โดยกำหนดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 70 ± 2 องศาบริกซ์ (ชิตชัย, 2547) ทำการตรวจวัดคุณภาพของไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab ยี่ห้อ Colour Flex รุ่น Miniscan Xp puls ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscosmeter รุ่น DV-II+Pro ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-11-p11 ผลิตจากประเทศเยอรมนี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้ Hand Refractometer ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1990) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Lane and Eynon; AOAC (2000)) ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยการใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ประเมินคุณภาพการยอมรับด้วยวิธี Hedonic scale scoring test 9 point โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะ สี กลิ่น รสชาติและความชอบรวม นำค่าที่ได้แต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการระเหย

4. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์

การเตรียมตัวอย่างไซรัป นำไซรัปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิของ

ไซรัปเท่ากับอุณหภูมิห้อง ผสมตัวอย่างไซรัปให้เป็นเนื้อเดียวกัน และทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscosmeter และค่าวอเตอร์แอกติวิตี ด้วยเครื่องวัด water activity (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น 3TE ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดย Hand Refractometer วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ความชื้น เถ้า (AOAC, 2000) ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1990) โปรตีน (AOAC, 2010) ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส ด้วยเครื่อง high performance liquid chromatography รุ่น Agilent 1100 ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา (BAM, 2000)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสมในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์

จากผลการศึกษาพบว่าการใช้เอนไซม์เพคตินเนส ในการสกัดจะให้ปริมาณผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้สูงกว่าการไม่เติมเอนไซม์ การใช้ปริมาณเอนไซม์เพคตินเนสเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 1 การสกัดโดยไม่ใช้เอนไซม์เพคตินเนสจะให้ผลผลิตน้อยสุดที่ร้อยละ 68.15 และเมื่อใช้เอนไซม์ในการสกัดจะให้ผลผลิต

อยู่ในช่วงร้อยละ 76.68–85.05 เมื่อวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้ พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 10.75–11.00 องศาบริกซ์

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเอนไซม์เพคตินเนสมีผลต่อการสกัดน้ำมะม่วงหิมพานต์ เนื่องจากเอนไซม์เพคตินเนส จะช่วยสกัดน้ำผลไม้จากเนื้อเยื่อผลไม้ให้ได้ ผลผลิตสูงขึ้น โดยเฉพาะผลไม้ในกลุ่มที่มีปริมาณเพคติน ทำให้เกิดการย่อยสลายเพคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งจะอยู่ตรงตำแหน่ง middle lamella และ primary cell wall ในพืชชั้นสูง ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการสร้างความแข็งแรงของพืช (ปราณี, 2543) การใช้เอนไซม์เพคตินเนสที่ระดับร้อยละ 0.15 และ 0.20 ให้ปริมาณผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้สูงสุดและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sukuntaros et al. (2007) ที่ได้ศึกษาระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก พบว่าปริมาณเอนไซม์เพคตินเนสที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยหอมทอง คือร้อยละ 0.15 เมื่อพิจารณาเรื่องของต้นทุนการผลิต ด้านราคาของเอนไซม์เพคตินเนส (1 ลิตรมีราคาประมาณ 4,500 บาท) และ การใช้เอนไซม์ที่ร้อยละ 0.15 และ 0.20 ให้ปริมาณผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้ไม่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้ปริมาณเอนไซม์เพคตินเนสที่ร้อยละ 0.15 ในการสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์ เพื่อผลิตเป็นน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัป

ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้

ปริมาณเอนไซม์เพคตินเนส (ร้อยละ)	ปริมาณผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ^{ns}
0.00	68.15±0.16 ^d	10.75±0.28
0.05	76.68±0.85 ^c	11.00±0.00
0.10	80.51±0.44 ^b	11.00±0.00
0.15	84.57±0.48 ^a	11.00±0.00
0.20	85.05±1.23 ^a	11.00±0.00

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวดิ่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT

2. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัป

จากการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์เข้มข้นเป็นไซรัปโดยการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยกำหนดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 70 ± 2 องศาบริกซ์ ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิมีผลทำให้ลักษณะทางกายภาพด้านค่าสี L^* a^* และ b^* และค่าความหนืดของไซรัปที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 2 จากตารางที่ 2 ค่าสี L^* (ค่าความสว่าง) ของสีของไซรัป พบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความสว่างของไซรัปมีแนวโน้มลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างของสีเท่ากับ 29.33 และลดลงเป็น 27.80 และ 26.26 เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การใช้อุณหภูมิสูงในการระเหยทำให้ลักษณะของไซรัปที่ได้มีความสว่างของสีน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการระเหย เมื่อพิจารณา ค่าสี a^* (ค่าสีแดง) พบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้น มีผลให้ค่าสี a^* ของไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์

มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 องศาเซลเซียส มีค่าสี a^* เท่ากับ 10.78 และเพิ่มขึ้นเป็น 12.11 และ 12.69 เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนค่าสี b^* (ค่าสีเหลือง) พบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้น มีผลให้ค่าสี b^* ของไซรัปมีแนวโน้มลดลง การใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32.61-32.49 การใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 70 องศาเซลเซียสทำให้ไซรัปที่ได้มีค่าสี a^* สูงที่สุดและมีค่าสี L^* และ b^* น้อยสุด ผลัดกันที่ไซรัปที่ได้จึงมีลักษณะสีน้ำตาลและมีความสว่างของสีน้อยที่สุด จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้น มีผลทำให้ไซรัปมีสีเหลืองลดลงแต่มีสีน้ำตาลมากขึ้นและมีความสว่างลดลง เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี โดยทำให้เกิดเป็นสารประกอบสีน้ำตาลซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซ์กับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของกรดอะมิโนหรือโปรตีน เป็น carbonyl-amine reaction โดยปฏิกิริยา

นี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูง และผันแปรตามระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ (นิธิยา, 2549) ดังนั้นการใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้นจึงทำให้ไคร้ปมีสีน้ำตาลมากขึ้น

จากตารางที่ 2 ค่าความหนืดของไคร้ปจากผลมะม่วงหิมพานต์ พบว่าการใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความหนืดของไคร้ปเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 องศาเซลเซียส มีค่าความหนืดเท่ากับ 216.50 cPs และเพิ่มเป็น 342.40 และ 413.50 cPs เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การใช้อุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้นไปจะทำให้มีการระเหยของน้ำได้เร็วและมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ไคร้ปที่ได้จึงมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น จากผลการศึกษาโดยการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพทางด้านสีและค่าความหนืด พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำในการระเหยน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นจะได้ไคร้ปที่มีลักษณะของสีเหลืองและมีความสว่างมากกว่าการใช้อุณหภูมิสูง ส่วนค่าความหนืดของไคร้ปมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้นไปสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหย

คุณภาพทางเคมีของไคร้ปจากผลมะม่วงหิมพานต์ ดังตารางที่ 3 พบว่าไคร้ปจากผลมะม่วง

หิมพานต์ที่ได้จาก การใช้อุณหภูมิในการระเหยแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.99-4.01 และร้อยละ 1.29-1.33 ตามลำดับ

ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของไคร้ปจากผลมะม่วงหิมพานต์ พบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 และ 60 องศาเซลเซียสให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 68.50 และ 69.17 องศาบริกซ์ ตามลำดับและเพิ่มมากขึ้นเป็น 71.83 องศาบริกซ์ เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 70 องศาเซลเซียส การใช้อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส ในการระเหยมีผลทำให้ไคร้ปที่ได้มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงทำให้มีการระเหยน้ำออกได้มาก ไคร้ปมีความเข้มข้นมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนืดของไคร้ปที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้น ซึ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไคร้ปผลไม้ ที่ยังไม่ได้ทำการเจือจางต้องมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่น้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2553)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของไคร้ปจากผลมะม่วงหิมพานต์

อุณหภูมิในการระเหย (องศาเซลเซียส)	ค่าสี			ค่าความหนืด (cPs)
	L*	a*	b*	
50	29.33±0.09 ^a	10.78±0.05 ^c	32.61±0.49 ^a	216.50±0.14 ^c
60	27.80±0.05 ^b	12.11±0.06 ^b	32.49±0.44 ^a	342.40±0.70 ^b
70	26.26±0.10 ^c	12.69±0.05 ^a	31.71±0.34 ^b	413.50±0.56 ^a

หมายเหตุ a-c ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวดิ่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี

DMRT

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่า การใช้อุณหภูมิสูง มีผลทำให้ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าการใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 องศาเซลเซียส ไซรัปที่ได้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำสุดคือร้อยละ 56.77 และเพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 60.50 และ 64.48 เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่าการใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 50 องศาเซลเซียส ไซรัปที่ได้มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดต่ำสุดคือร้อยละ 61.74 และเพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 64.42 และ 65.48 เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ไซรัปที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยสูงขึ้น ทำให้ไซรัปที่ได้มีสีน้ำตาลมากขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ไซรัปโดยทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นเนื่องมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้อย่างรวดเร็วและเพิ่มเร็วขึ้นเมื่อมีปริมาณน้ำตาลมากขึ้น การใช้อุณหภูมิสูง การสูญเสียน้ำออกจากโมเลกุลของน้ำตาลจะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (นิธิยา, 2549)

จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของไซรัป ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มมากขึ้นไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดของไซรัปจากผลมะม่วง

หิมพานต์ แต่มีผลทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากไซรัปที่ได้มีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์ ดังตารางที่ 4 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการระเหยแตกต่างกัน คะแนนเฉลี่ยด้านสีและรสชาติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.50–7.15 และ 5.35–6.15 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านกลิ่นและความชอบรวม พบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของไซรัปมากที่สุดคือ 6.55 รองลงมาคือไซรัปที่ได้จากการระเหยที่อุณหภูมิ 70 และ 50 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.15 และ 5.80 ตามลำดับ ด้านความชอบรวมพบว่า การใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมของไซรัปมากที่สุดคือ 6.70 รองลงมาคือไซรัปที่ได้จากการระเหยที่อุณหภูมิ 70 และ 50 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.20 และ 5.75 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับที่ชอบเล็กน้อยชี้ให้เห็นว่าไซรัปที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนยอมรับด้านกลิ่นและความชอบรวมสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชิดชัย (2547) ที่ได้พัฒนาไซรัปจากกล้วยหอมทองโดยการใช้เอนไซม์ พบว่า การทำให้น้ำกล้วยหอมทองเข้มข้นโดยวิธี การระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ไซรัปที่มีกลิ่นรสกล้วยมากที่สุด

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมีของไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์

อุณหภูมิในการระเหย (องศาเซลเซียส)	ความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	ปริมาณกรดทั้งหมด ^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ)
50	3.99±0.07	1.29±0.06	68.50±0.54 ^b	56.77±1.25 ^c	61.74±0.20 ^c
60	3.99±0.09	1.31±0.05	69.17±1.72 ^b	60.50±0.20 ^b	64.42±0.22 ^b
70	4.01±0.08	1.33±0.04	71.83±1.83 ^a	64.48±0.00 ^a	65.48±0.22 ^a

หมายเหตุ a-c ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส จะเห็นได้ว่า ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์ที่ระเหยโดยใช้อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมทางด้านกลิ่นและความชอบรวมมากที่สุด รองลงมาคือการระเหยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าสีของไซรัปที่ได้จะพบว่าการใช้ อุณหภูมิในการระเหยที่ 70 องศาเซลเซียส ค่าสี L* และค่าสี b* ของไซรัปที่ได้มีค่าน้อยกว่าไซรัปที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 องศาเซลเซียส ส่วนค่าสี a* จะมีค่าสูงกว่าซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไซรัปที่ได้จากการระเหยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีสีน้ำตาลเข้ม มีความสว่างน้อย และมีกลิ่นน้ำตาลไหม้ ซึ่งคุณลักษณะ ด้านกลิ่นและกลิ่นรสของไซรัปผลไม้ต้องไม่มีกลิ่นแปลกปลอม ไม่มีกลิ่นไหม้หรือกลิ่นน้ำตาลไหม้ และ

กลิ่นรสตามธรรมชาติของผลไม้ต้องคงอยู่ไม่สูญเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิต (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2553)

จากการพิจารณาคุณภาพทางด้านกายภาพ และคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส จึงสรุปได้ว่าวิธีการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัป โดยการระเหยแบบสูญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากไซรัปที่ได้มีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาลและได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและความชอบรวมจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด และไม่มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ จึงเลือกใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สำหรับการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัป

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์

อุณหภูมิในการระเหย (องศาเซลเซียส)	คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส (คะแนน)			
	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	ความชอบรวม
50	6.75±1.16	5.80±1.00 ^b	5.35±1.89	5.75±1.71 ^b
60	7.15±0.81	6.55±1.14 ^a	6.15±1.81	6.70±1.38 ^a
70	6.50±1.05	6.15±1.03 ^{ab}	5.40±1.04	6.20±1.10 ^{ab}

หมายเหตุ a-b ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT

3. คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์

พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์ มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 23.45 4.54 และ 29.44 ตามลำดับ ค่าความหนืด 240.95 cPs ค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.77 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 68 องศาบริกซ์ ความเป็นกรด-ด่าง 3.65 ปริมาณความชื้น แฉ่ำ โปรตีน และ ปริมาณกรด (กรดซิตริก) 31.50 1.63 2.74 และ 1.49% ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส 29.82 29.88 และน้อยกว่า 0.5% ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.5×10^2 CFU/g และยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 10 CFU/g

สรุปผลการวิจัย

การสกัดน้ำจากผลมะม่วงหิมพานต์ พบว่าการใช้เอนไซม์เพคตินเอสในการสกัดจะช่วยให้ได้ปริมาณผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้สูงกว่าการไม่เติมเอนไซม์ การใช้เอนไซม์เพคตินเอสที่ร้อยละ 0.15 ของน้ำหนักเนื้อผลมะม่วงหิมพานต์บด เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ปริมาณผลผลิตของน้ำมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้ร้อยละ 84.75 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11 องศาบริกซ์ เมื่อนำน้ำมะม่วงหิมพานต์ไปทำให้เข้มข้นเป็นไซรัปโดยการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าสี L^* และ b^* ของไซรัปจากผลมะม่วงหิมพานต์มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสี a^* มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ไซรัปที่ได้มีสีน้ำตาลมากขึ้น การใช้อุณหภูมิในการระเหยเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความหนืด ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของไซรัปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าไซรัปที่ได้จากการระเหยที่

อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านกลิ่นและความชอบรวมสูงสุดโดยให้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.15 และ 6.70 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า วิธีการทำน้ำมะม่วงหิมพานต์ให้เข้มข้นเป็นไซรัปโดยการระเหยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ไซรัปที่ได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลมีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 23.45 4.54 และ 29.44 ตามลำดับ ค่าความหนืดเท่ากับ 240.95 cPs ค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.77 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 68 องศาบริกซ์ ความเป็นกรด-ด่าง 3.65 ปริมาณความชื้น แฉ่ำ โปรตีน และปริมาณกรด (กรดซิตริก) 31.50 1.63 2.74 และ 1.49% ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส 29.82 29.88 และน้อยกว่า 0.5% ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.5×10^2 CFU/g และยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 10 CFU/g

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง ภายใต้โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ประจำปีงบประมาณ 2554 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ ทั้งทอง และกิตติพิชช ทุ่งรักษ์. (2551). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลมะม่วงหิมพานต์แผ่น.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 26(1): 1-8.
ชิตชัย ปัญญาสวรรค์. (2547). การพัฒนาไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองโดยใช้เอนไซม์.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ: 159 หน้า.

- นิธิยา รัตนพานนท์. (2549). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. หน้า 321-333.
- ปัทมา พงษ์เกษ วสันต์ นัยภรณ์ และสมชาย จอมดวง. (2552). การผลิตน้ำหม่อนเข้มข้นโดยเทคนิคการทำให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปราณี อานเป็รื่อง. (2543). เอนไซม์ทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 133-134.
- มะม่วงหิมพานต์. (2553). แหล่งข้อมูล: http://www.fortunecity.com/campus/springbank/677/_P29.html. ค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2553.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2553). ไซรัปผลไม้. แหล่งข้อมูล: <http://www.tistr-foodprocess.net/fruit/article-fruit/article-fruit4.html>. ค้นเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2553.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2010). Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists.
- BAM. (2000). Bacteriological Analytical Manual (BAM). Available Source: <http://www.fda.gov/default.htm>, January 15, 2012.
- Lower, S.T. and Agyente-Badu, C.K. (2009). Mineral and Proximate Composition of Cashew Apple (*Anacardium occidentale* L.) Juice from Northern Savannah, forest and Coastal Savannah Regions in Ghana. J. Food Tech. 4: 154 -161.
- Sukuntaros, T. Vichai, H. Penkwan, C. and Thongchai, S. (2007). Optimization of Pectinase Enzyme Liquefaction of Banana Gros Michel for Banana Syrup Production. J. Kasetsart. (Nat.Sci.) 41(4): 740 -750.

