

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมผลไม้เพื่อสุขภาพของกลุ่ม วิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกิน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

Development of Healthy Fruit Jam for Huai Nam Kuen Community Enterprise, Wiang Pah Pao District, Chiang Rai Province

จุฑามาศ นิวัฒน์^{1/} ปิยาภรณ์ เชื้อมชัยตระกูล^{1/} และณัฐวุฒิ ดอนลาว^{1/}
Chutamat Niwat^{1/}, Piyaporn Cheumchaitrakul^{1/} and Natthawuddhi Donlao^{1/}

(Received: 20 April 2015; Accepted: 10 May 2015)

Abstract: Passion fruit and cape gooseberry are good sources of vitamin A and vitamin C, possibly making the fruits relevant as a nutrient source for antioxidant. The fruits were promoted to be cultivated commercially in Huai Nam Kuen community enterprise, Wiang Pah Pao district, Chiang Rai province. This study aimed to develop a healthy jam from passion fruit and cape gooseberry. The study showed that the optimum formula of passion fruit mixed with cape gooseberry consisted of 37.5% passion fruit, 12.5% cape gooseberry, 44.4% maltitol syrup, 2.4% pectin, 2.0% inulin and 1.2% gelatin, respectively. The amount of total sugar and reducing sugar of jam were 10.25 ± 0.01 and 0.67 ± 0.01 g/100g while fiber content and antioxidant activity were 3.30 ± 0.10 g/100g and 50.95 ± 1.76 mmolTrolox Equivalent/100g, respectively. The jam contained only 200 kcal/100g which was lower than normal product, that containing sugar, by 30%. Therefore, this healthy jam could be reduced calorie jam. Shelf-life of this product was about two months. The overall liking was moderately. The analysis of project's success showed that the member of the community enterprise could apply 100% of the knowledge to their work which helped to increase their family income.

Keywords: Fruit jam, reduced calorie jam, passion fruit, cape gooseberry, inulin

^{1/}สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย 57100

^{1/}School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, Chiang Rai 57100, Thailand

บทคัดย่อ: เสาวรสและเคปทูลเบอร์รี่เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งที่ดีของวิตามินเอและวิตามินซี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยผลไม้ทั้งสองชนิดนี้ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในพื้นที่ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกั้น อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมจากเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อเป็นอีกทางเลือกของผู้ที่ใส่ใจในสุขภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าและเป็นการสร้างรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยเฉพาะในช่วงที่มีผลผลิตสดล้นเกินหรือมีขนาดไม่ได้มาตรฐาน จากการศึกษาพบว่าสูตรที่เหมาะสมของแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพประกอบด้วยเสาวรส เคปทูลเบอร์รี่ มอลติทอลไซรัป เพคตินอินนูลินและเจลาตินเท่ากับร้อยละ 37.5, 12.5, 44.4, 2.4, 2.0 และ 1.2 ตามลำดับ โดยแยมที่ได้มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 10.25 ± 0.01 และ 0.67 ± 0.01 กรัมต่อแยม 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแยมที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่มีปริมาณใยอาหารและมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแยมชนิดอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 3.30 ± 0.10 กรัมต่อแยม 100 กรัม และ 50.95 ± 1.76 มิลลิโมล Trolox Equivalent ต่อแยม 100 กรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับ นอกจากนี้แยมผลไม้เพื่อสุขภาพจากผลเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่ให้ค่าพลังงานอาหาร 200 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ซึ่งมีค่าพลังงานน้อยกว่าแยมสูตรปกติที่ใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบร้อยละ 30 ซึ่งจัดเป็นแยมลดพลังงาน มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2 เดือน ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบกับผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลการวิเคราะห์ความสำเร็จของโครงการพบว่าสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกั้นสามารถนำความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดไปใช้ประโยชน์ได้ 100% โดยนำความรู้ไปพัฒนาอาชีพ ทำให้เกิดรายได้เสริมและทำให้ครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: แยมผลไม้ แยมลดพลังงาน เสาวรส เคปทูลเบอร์รี่ อินนูลิน

คำนำ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกั้น ตำบลแม่เจดีย์ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย มีประชากร 108 หลังคาเรือน ประมาณ 400 คน เป็นหมู่บ้านที่มีอาชีพหลักคือการปลูกใบชาอัสสัม นอกจากนี้หมู่บ้านยังปลูกเสาวรส เคปทูลเบอร์รี่ กล้วยและมะขามป้อม กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกั้นได้รวมตัวกันตั้งตั้งแต่ พ.ศ.2534 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ราษฎรในหมู่บ้านมีรายได้เพิ่มขึ้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนนี้มีจำนวนสมาชิกประมาณ 25 คน โดยมีนางเกษร จันทร์หอม เป็นประธานกลุ่มฯ และมีนางละออ จันดีมา เป็นเลขานุการของกลุ่มฯ และเป็นผู้ประสานงานกับนักวิจัย จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าไปทำงานกับทางกลุ่มฯ เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ชา ระดับชุมชนในปี พ.ศ. 2554 นั้น ทำให้ทราบว่าทางกลุ่มฯ มีความต้องการจะแปรรูปผลไม้ที่ปลูกเป็นอาชีพเสริมที่ได้รับการส่งเสริมจากโครงการหลวง ซึ่งได้แก่เสาวรสและเคปทูลเบอร์รี่ให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อเพิ่มมูลค่าและรองรับในช่วงที่มีผลผลิตสดล้นเกินหรือมีขนาดไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะช่วยให้กลุ่มฯ มีรายได้เพิ่มขึ้น โดยผู้วิจัย

เห็นว่าหากทางกลุ่มมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นเพิ่มเติมนอกจากการทำเยลลี่ชา จะเป็นการเสริมให้ทางกลุ่มมีความเข้มแข็งมากขึ้น เนื่องจากทำให้กลุ่มฯ มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายและสามารถเพิ่มช่องทางการจำหน่ายได้มากขึ้นอีกด้วย (พนิตสุภา และกาสัก, 2556) อย่างไรก็ตามเนื่องจากแยมที่จำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของน้ำตาลทรายในปริมาณสูง ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพเนื่องจากน้ำตาลทรายเป็นแหล่งของพลังงานจึงไม่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวาน โรคอ้วน หรือผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ประกอบกับข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของเสาวรสและเคปทูลเบอร์รี่พบว่าผลไม้ทั้งสองชนิดมีปริมาณวิตามินเอและวิตามินซีสูง ดังนั้นการผลิตแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่ที่ลดปริมาณน้ำตาลทรายหรือลดพลังงาน พร้อมกับเสริมใยอาหารจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ ในปัจจุบันอินนูลินจัดเป็นใยอาหารที่นิยมใช้ผสมในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เนื่องจากให้รสหวาน แต่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารและไม่ถูกดูดซึมทางกระแสเลือด จึงไม่มีการสะสมของน้ำตาลหรือให้พลังงาน

โดยอินนูลินคือฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลฟรุกโตสที่เชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรงที่ตำแหน่งเบตา 2,1 (β -2, 1 lined polyfructan) พบมากในหัวหรือรากของพืช เช่น กระเทียม หัวหอมและแก่นตะวัน ละลายได้ดีในน้ำ นอกจากนี้อินนูลินเป็นใยอาหารประเภทพรีไบโอติกคือเป็นสารอาหารของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่และจะถูกหมักเป็นกรดไขมันสายสั้นที่มีปริมาณแคลอรีต่ำ และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร (ปิติ, ม.ป.ป.)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรการผลิตแยมผลไม้เพื่อสุขภาพจากผลเสาวรสผสมเคปกูสเบอร์รี่
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี จุลินทรีย์และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของแยมผลไม้เพื่อสุขภาพ
4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแยมเสาวรสมผสมเคปกูสเบอร์รี่แก่ชุมชน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเสาวรสมและเคปกูสเบอร์รี่

ศึกษาอัตราส่วนของเสาวรสมและเคปกูสเบอร์รี่ที่เหมาะสมในสูตรแยม โดยกำหนดอัตราส่วนที่ระดับต่างกัน 5 สูตร ดังตารางที่ 1 แต่กำหนดปริมาณของ

น้ำเชื่อมมอลติทอล (บริษัทเคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด ประเทศไทย) เพคติน (บริษัทยูเนียนชาเยน จำกัด ประเทศไทย) อินนูลิน (บริษัท DPO International Co.Ltd., ประเทศไทย) และเจลาติน (บริษัทยูเนียนชาเยน จำกัด ประเทศไทย) เท่ากันในทุกสูตร นำเสาวรสมผ่าแยกเปลือกและส่วนเนื้อออก จากนั้นส่วนเคปกูสเบอร์รี่นำมาปั่นหยาบ จากนั้นผสมเนื้อผลไม้ทั้งสองเข้าด้วยกันในกระทะทองเหลือง เติมน้ำเชื่อมมอลติทอลประมาณร้อยละ 80 ของน้ำหนักทั้งหมดลงในผลไม้ ผสมให้เข้ากันนำไปตั้งไฟกลาง คนด้วยไม้พายตลอดเวลา รอให้เดือดเล็กน้อย จนครบ 5 นาที เติมน้ำเชื่อมมอลติทอลส่วนที่เหลือที่ผสมกับเพคติน เจลาตินและอินนูลินไว้แล้ว เคี่ยวส่วนผสมต่อจนมีอุณหภูมิ 104-105 องศาเซลเซียส ปิดไฟ รอให้อุณหภูมิแยมลดลงเหลือ 90 องศาเซลเซียส บรรจุแยมในขวดแก้วที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อในน้ำร้อนนาน 3 นาที แล้วปิดฝาให้สนิท นำแยมไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยวและความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแยมเสาวรสมผสมเคปกูสเบอร์รี่เพื่อสุขภาพ

ใช้ปริมาณของเสาวรสมและเคปกูสเบอร์รี่ที่ได้จากข้อ 1 แต่ผันแปรปริมาณน้ำเชื่อมมอลติทอล เพคตินและเจลาตินที่ระดับร้อยละ 40-45, 0.5-5.0 และ 0.5-5.0 ตามลำดับ โดยใช้เทคนิค mixture design จากนั้นนำแยม

Table 1 Ratio of passion fruit and cape gooseberry in jam

Treatment	Ingredient (%w/w)					
	Passion fruit (%)	Cape gooseberry (%)	Maltitol syrup (%)	Pectin (%)	Innulin (%)	Gelatin (%)
1	0	50	45	1	2	2
2	12.5	37.5	45	1	2	2
3	25	25	45	1	2	2
4	37.5	12.5	45	1	2	2
5	50	0	45	1	2	2

ไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะการทาไปบนแผ่นขนมปัง เนื้อสัมผัส ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

3. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์ของแยมผลไม้เพื่อสุขภาพ

นำสูตรแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพ ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2 มาวิเคราะห์ คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แยมในท้องตลาด โดยมีรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ โดยวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (ค่าความแข็งและความแข็งแรงเจล) ด้วยเครื่อง Texture analyzer วิเคราะห์ค่าสี (ค่า L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่องวัดสี (ColorQuest XE, HunterLab)

3.2 คุณภาพทางเคมีได้แก่ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (Cyberscan pH 510, Eutech) ปริมาณกรดทั้งหมดโดยการไทเทรตตามวิธี AOAC (2004) ความชื้น ตามวิธี AOAC (2007) โยอาหาร ตามวิธี Romeo *et al.* (2010) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่อง hand refractometer ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS ตามวิธีของ Miller (1959) ค่า water activity ด้วยเครื่อง Novasina ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ตามวิธีของ Molyneux (2004) และค่าพลังงานของอาหารด้วยเครื่อง Bomb calorimeter

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ได้แก่จำนวน จุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มและ *E. coli* (AOAC, 2000) จำนวนยีสต์และรา (U.S. FDA, 2011)

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของแยมผลไม้ เพื่อสุขภาพ

เตรียมตัวอย่างแยมผลไม้เพื่อสุขภาพสูตรที่เหมาะสมจากข้อ 2 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาที่

อุณหภูมิห้อง โดยสุ่มตัวอย่างแยมมาตรวจสอบคุณภาพตามข้อ 3 ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่แก่ชุมชน

ผู้วิจัยได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพแก่ชุมชน จากนั้นได้สุ่มตัวอย่างแยมที่ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตมาตรวจสอบคุณภาพตามข้อ 3 เพื่อควบคุมคุณภาพในการผลิต

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสถิติ SPSS version 16

ผลการศึกษา

1. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเสาวรสม และเคปทูลเบอร์รี่

เมื่อนำแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพที่ผ่านอัตราส่วนของเสาวรสมและเคปทูลเบอร์รี่จำนวน 5 สูตรไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 points hedonic scale จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ปรากฏว่าการเพิ่มปริมาณเสาวรสมในสูตรแยมมากขึ้นทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคด้านกลิ่นผลไม้โดยรวมและความชอบรวมเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามการใช้เคปทูลเบอร์รี่เพียงอย่างเดียวในการผลิตแยม จะทำให้ลักษณะโดยรวมของแยมได้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยน้อยกว่าการผสมเสาวรสมกับเคปทูลเบอร์รี่ นอกจากนี้การใช้อัตราส่วนเสาวรสมต่อเคปทูลเบอร์รี่เท่ากับ 37.5:12.5 ได้รับคะแนนกลิ่นผลไม้โดยรวม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกอัตราส่วนเสาวรสมต่อเคปทูลเบอร์รี่เท่ากับ 37.5:12.5 สำหรับพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแยม เสาวรสผสมเคปกูสเบอร์เพื่อสุขภาพ

เมื่อได้อัตราส่วนประกอบที่เหมาะสมของ
เสาวรสและเคปกูสเบอร์คือ 37.5:12.5 จะผันแปรปริมาณ
น้ำเชื่อมมอลติทอล เพคติน และเจลาติน โดยใช้เทคนิค
mixture design ซึ่งได้สูตรแยมเสาวรสผสมเคปกูสเบอร์
เพื่อสุขภาพทั้งหมด 4 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3 จากการ
ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 30 คน พบว่า
ตัวอย่างแยมสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณมอลติทอลไซรัป เพคติน
และเจลาติน ร้อยละ 44.4, 2.4 และ 1.2 ตามลำดับ เป็น

สูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน (ตารางที่
4) อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรลด
ปริมาณเมล็ดเสาวรสลง เพราะจะทำให้ลักษณะปรากฏ
ของแยมดีกว่าการใช้เนื้อเสาวรสที่ไม่มีการแยกเมล็ดออก
ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แยกเมล็ดเสาวรสออกจากน้ำเสาวรส
โดยการกรองผ่านตะแกรง และนำเมล็ดเสาวรสบางส่วนมา
ผสมลงไปเนื้อเสาวรสภายหลัง ซึ่งจากการทดลองพบว่า
อัตราส่วนน้ำเสาวรสต่อเมล็ดเสาวรสที่เหมาะสมคือ
32.5:5.0 จึงใช้อัตราส่วนของน้ำและเมล็ดดังกล่าวสำหรับ
การทดลองขั้นตอนต่อไป

Table 2 Sensory evaluation score of jam with different ratio of passion fruit and cape gooseberry^{ns}

Ratio of P and C	Appearance	Color	Flavor	Sweetness	Sourness	Overall liking
0:50	5.13 ± 1.50	5.27 ± 1.36	4.17 ± 1.26	4.97 ± 1.71	4.63 ± 1.77	4.90 ± 1.60
12.5:37.5	4.37 ± 1.67	4.73 ± 1.28	4.30 ± 1.15	4.83 ± 1.60	4.40 ± 1.50	4.80 ± 1.42
25:25	5.27 ± 1.26	4.90 ± 1.56	4.70 ± 1.53	5.20 ± 1.35	4.93 ± 1.46	5.30 ± 1.62
37.5:12.5	5.20 ± 1.74	5.07 ± 1.62	5.33 ± 1.37	5.13 ± 1.38	5.27 ± 1.60	5.47 ± 1.38
50:0	4.93 ± 1.40	4.83 ± 1.42	5.33 ± 1.27	4.97 ± 1.40	5.17 ± 1.44	5.43 ± 1.19

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=30) ns indicate no significant differences ($P < 0.05$)

P = passion fruit; C = cape gooseberry

Table 3 Formulation of passion fruit mixed with cape gooseberry jam

Formula	Ingredient (%w/w)					
	Passion fruit (%)	Cape gooseberry (%)	Maltitol syrup (%)	Pectin (%)	Innulin (%)	Gelatin (%)
1	37.5	12.5	44.2	3.3	2.0	0.5
2	37.5	12.5	44.4	2.4	2.0	1.2
3	37.5	12.5	42.0	4.1	2.0	1.9
4	37.5	12.5	43.2	3.6	2.0	1.2

Table 4 Sensory evaluation score of jam from different formulation

Formula	Appearance	Color	Flavor	Spreadability	Texture	Sweetness	Sourness	Overall liking
1	6.13 ± 1.33 ^a	6.80 ± 1.15 ^a	6.80 ± 1.47 ^{ab}	5.97 ± 1.77 ^c	6.07 ± 1.41 ^b	5.43 ± 1.22 ^c	5.93 ± 1.42 ^b	6.60 ± 0.81 ^b
2	7.27 ± 1.57 ^a	7.07 ± 1.51 ^a	7.33 ± 1.29 ^a	7.83 ± 1.23 ^a	7.43 ± 1.33 ^a	6.60 ± 1.47 ^a	6.73 ± 1.28 ^a	7.77 ± 1.22 ^a
3	5.60 ± 1.52 ^b	5.97 ± 1.51 ^b	6.40 ± 1.37 ^b	4.87 ± 1.38 ^d	5.33 ± 1.39 ^c	5.30 ± 1.26 ^c	5.83 ± 1.23 ^b	5.67 ± 1.26 ^c
4	6.73 ± 1.28 ^a	6.90 ± 1.18 ^a	7.07 ± 1.17 ^a	6.80 ± 1.24 ^b	6.63 ± 1.44 ^b	5.97 ± 1.44 ^b	6.37 ± 1.67 ^b	7.00 ± 0.98 ^b

Each value was expressed as the mean ± standard deviation (n=30) Different superscript letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

3. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของแยมผลไม้เพื่อสุขภาพ

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เมื่อวิเคราะห์ค่าสีของแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพพบว่ามีสีสว่างกว่าแยมเสาวรสจากท้องตลาด แต่แยมมีสีค่อนข้างไปทางสีแดงและสีเหลืองมากกว่าแยมเสาวรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากผลเคพกุกเบอรี่มีสีเหลือง เมื่อนำมาผสมในเสาวรสจึงทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่มีค่าความแข็งแรงเจลไม่แตกต่างกันกับแยมชนิดอื่น ๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นอกจากนี้แยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่มีค่าความแข็ง (เนื้อสัมผัส) เท่ากับ 0.072 ± 0.020 นิวตัน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับค่าความแข็งของแยมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดคือระหว่าง 0.0464 ถึง 0.0982 นิวตัน แสดงว่าเนื้อสัมผัสของแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่ใกล้เคียงกับแยมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทั้งนี้ความแข็งของแยมขึ้นอยู่กับเนื้อของผลไม้ที่ผสมอยู่ในแยมชนิดต่างๆ

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

แยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด 65 องศาบริกซ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.07 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพกับแยมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดดังตารางที่ 6 พบว่า แยมสตอเบอรี่พลังงานต่ำ มีปริมาณ

กรดทั้งหมด โยอาหาร และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าตัวอย่างแยมชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าแยมสูตรอื่น ๆ นอกจากนี้เมื่อนำตัวอย่างแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพไปวิเคราะห์ค่าพลังงานของอาหารเทียบกับแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่ที่ใช้น้ำตาลทรายในสูตร (สูตรควบคุมที่เตรียมขึ้นเอง) ด้วยเครื่อง Bomb calorimeter พบว่าแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพมีค่าพลังงานเท่ากับ 202.03 ± 7.73 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ในขณะที่แยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่ที่ใช้น้ำตาลทรายมีค่าพลังงานเท่ากับ 289.23 ± 2.79 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

เมื่อนำแยมเสาวรสมผสมเคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพและแยมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 3 ชนิด มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ *E. coli* ยีสต์ และรา ในผลิตภัณฑ์แยมเสาวรสมผสม เคพกุกเบอรี่เพื่อสุขภาพและแยมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของแยมผลไม้เพื่อสุขภาพ

ระหว่างการศึกษาการเก็บรักษาค่าสีและค่าความแข็งแรงของเจลไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ความแข็งของแยมจะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่แยมมีปริมาณความชื้นลดลงระหว่างการเก็บรักษา ส่วนค่าความเป็นกรดของแยมจะเพิ่มระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน

เนื่องจากมีปริมาณกรดทั้งหมดลดลง นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณใยอาหารลดลงระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีของแยมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่ค่าวอเตอร์แอคทีวิตีไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 2 เดือน นอกจากนี้ไม่พบ *E.coli* ตลอดการเก็บ 2 เดือน แต่พบยีสต์และราจำนวน 150 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่างในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา (ไม่ได้แสดงผล)

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแยมเสาวรสมผสมเคปกูสเบอรี่แก่ชุมชน

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกินสามารถนำความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดไปผลิตแยมเสาวรสมผสมเคปกูสเบอรี่เพื่อสุขภาพได้ภายในกลุ่มเอง โดยจากการสัมผัสตัวอย่างแยมเสาวรสมผสมเคปกูสเบอรี่เพื่อสุขภาพที่ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพบว่าสามารถผลิตแยมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันในทุกครั้งของการผลิต

Table 5 Physical properties of passion fruit mixed with cape gooseberry jam compared with the commercial products

Jam sample	L*	a*	b*	Gel strength (N)	Hardness (N)
Passion fruit and cape gooseberry	36.08 ± 1.15 ^a	4.95 ± 0.71 ^a	24.35 ± 1.86 ^a	0.026 ± 0.007	0.072 ± 0.020 ^b
Passion fruit (commercial)	33.15 ± 1.13 ^b	2.76 ± 0.29 ^b	9.99 ± 2.26 ^b	0.025 ± 0.004	0.046 ± 0.007 ^d
Low calorie strawberry (commercial)	NA	NA	NA	0.028 ± 0.005	0.098 ± 0.006 ^a
Rosella (commercial)	NA	NA	NA	0.026 ± 0.009	0.058 ± 0.008 ^c

Table 6 Chemical properties of passion fruit mixed with cape gooseberry jam compared with the commercial products

Jam sample	Moisture content (%)	Water activity	Total acidity (%w/w)	Total sugar (%w/w)	Total reducing sugar (%w/w)	Fiber (%w/w)	Antioxidant activity (mmol TE/100 g d.b.)
Passion fruit and cape gooseberry	39.56 ± 0.59 ^c	0.87 ± 0.02 ^b	1.91 ± 0.03 ^a	10.25 ± 0.01 ^d	0.67 ± 0.01 ^c	3.30 ± 0.10 ^a	50.95 ± 1.76 ^a
Passion fruit (commercial)	34.72 ± 1.47 ^d	0.77 ± 0.01 ^d	1.01 ± 0.01 ^b	17.94 ± 0.40 ^a	12.65 ± 0.25 ^a	2.70 ± 0.03 ^b	35.29 ± 0.62 ^c
Low calorie strawberry (commercial)	57.16 ± 0.75 ^a	0.92 ± 0.01 ^a	0.72 ± 0.02 ^c	15.14 ± 0.16 ^c	3.66 ± 0.07 ^b	2.40 ± 0.10 ^c	29.11 ± 2.75 ^d
Rosella (commercial)	44.57 ± 0.33 ^b	0.83 ± 0.01 ^c	0.69 ± 0.01 ^c	16.76 ± 0.18 ^b	12.66 ± 0.24 ^a	3.19 ± 0.06 ^a	43.97 ± 1.81 ^b

วิจารณ์

การที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างแยมที่จำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากใช้น้ำเชื่อมมอลติทอลทดแทนการใช้น้ำตาลทราย นอกจากนี้มีการเติมอินนูลินซึ่งเป็นใยอาหารลงไปในแยม จึงทำให้แยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพนี้มีปริมาณน้ำตาลต่ำแต่มีใยอาหารสูงกว่าแยมทั่วไปในท้องตลาด จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการจำกัดการรับประทานน้ำตาล ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก หรือผู้ที่สนใจในสุขภาพ ส่วนการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพและแยมจากท้องตลาดโดยวิธี DPPH assay พบว่าแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดทั้งนี้อาจเนื่องจากแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพใช้วัตถุดิบคือเสาวรและเคปทูลเบอร์รี่ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีปริมาณวิตามินซีและวิตามินเอสูง และวิตามินทั้งสองทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี จากการวิเคราะห์ค่าพลังงานของอาหารพบว่าแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพเปรียบเทียบกับแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่ที่ใช้น้ำตาลทรายในสูตร พบว่าแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพที่พัฒนาขึ้นมีค่าพลังงานของอาหารน้อยกว่าแยมสูตรที่ใช้น้ำตาลทรายปกติร้อยละ 30 ซึ่งสอดคล้องกับคำนิยามของคำว่า “แยมลดพลังงาน” ซึ่งหมายถึงแยมที่มีพลังงานน้อยกว่าแยมสูตรปกติร้อยละ 25 (Abdullah and Cheng, 2001)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์แสดงว่าผลิตภัณฑ์แยมมีการผลิตที่ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “แยม” (มผช. 342/2547) ที่กำหนดว่าต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน ไม่พบ *E. coli* แต่พบยีสต์และราจำนวน 150 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่างในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาตามมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์ชุมชน “แยม” (มผช. 342/2547) แสดงว่าแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 2 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง อย่างไรก็ตามหากต้องการยืดอายุการเก็บรักษาของแยมดังกล่าวควรต้องมีการปรับปรุงสัณฐานในการผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะขั้นตอนการบรรจุแยมลงขวดขณะร้อนทันที การต้มฆ่าเชื้อขวดและฝาก่อนนำมาบรรจุให้ถูกต้อง ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะต้องทำในสภาพที่ปลอดเชื้อมากที่สุด

สรุป

จากการศึกษาแสดงว่าสูตรที่เหมาะสมของแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพ ประกอบด้วยเสาวร เคปทูลเบอร์รี่ น้ำเชื่อมมอลติทอล เพคตินอินนูลิน และเจลาตินเท่ากับร้อยละ 37.5, 12.5, 44.4, 2.4, 2.0 และ 1.2 ตามลำดับ โดยน้ำหนัก โดยแยมที่ได้มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับแยมผลไม้ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด อย่างไรก็ตามแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 10.25 ± 0.01 และ 0.67 ± 0.01 กรัมต่อแยม 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแยมที่จำหน่ายในท้องตลาดแต่มีปริมาณใยอาหารและมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแยมชนิดอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 3.30 ± 0.10 กรัมต่อแยม 100 กรัม และ 50.95 ± 1.76 มิลลิโมล Trolox Equivalent ต่อแยม 100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้แยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพนี้ให้ค่าพลังงานอาหารเท่ากับ 202.03 ± 7.73 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ซึ่งมีค่าพลังงานน้อยกว่าแยมสูตรปกติที่ใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบร้อยละ 30 จึงจัดเป็นแยมลดพลังงาน และมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2 เดือน ได้รับความเห็นชอบโดยรวมจากการทดสอบกับผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงว่าแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่ลดพลังงานน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ที่ใส่ใจในสุขภาพเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลต่ำ ให้พลังงานต่ำ มีใยอาหารสูง และมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแยมชนิดอื่นที่จำหน่ายในท้องตลาด นอกจากนี้จากการสุ่มตัวอย่างแยมเสาวรสมผสมเคปทูลเบอร์รี่ลดพลังงานที่ผลิตโดยกลุ่ม

วิสาหกิจชุมชนพบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถนำความรู้ได้รับการถ่ายทอดไปผลิตแยมได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ภายในกลุ่มเอง จึงทำให้ได้แยมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันในทุกครั้งของการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก เครือข่ายการบริหารงานวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาสำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยน้ำกิน ตำบลแม่เจดีย์ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการอาหาร ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ปิติ นิยมศิริวนิช. ม.ป.ป. อินเทอร์เน็ต. (ระบบออนไลน์).

แหล่งข้อมูล : <http://www.thaifittips.com/supplement019.html> (14 กรกฎาคม 2555).

พนิตสุภา ธรรมประมวล และกาสัก เตชะขันหมาก. 2556. การพัฒนาศักยภาพของกลุ่มช่างทองเหลืองและกลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ทองเหลือง บ้านท่ากระยาง อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 1(2): 41-50.

Abdullah, A. and T. Cheng. 2001. Optimization of reduced calorie tropical mixed fruits jam. Food Quality and Preference 12(1): 63-68.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis of the AOAC. 15th ed. AOAC International. Arlington, Virginia.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2004. Official Methods of Analysis of the AOAC. 17th ed. AOAC International. Washington, D.C.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2007. Official Methods of Analysis of the AOAC. 18th ed. 2nd revision. AOAC International, Gaithersburg.

Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. Analytical Chemistry 31: 426-428.

Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology 6(2): 211-219.

Romero, I., E. Ruiz, E. Castro and M. Moya. 2010. Acid hydrolysis of olive tree biomass. Journal of Chemical Engineering Research and Design 88: 633-640.

U.S. Food and Drug Administration (U.S. FDA). 2011. Bacteriological Analysis Manual (BAM). (Online). Available: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm> (June 29, 2011).