การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น

Formula Development of Wapee (*Clausena lansium* (L.) Skeels) Fruit Leather Product

ปิยะนุช รสเครือ* และมลิวรรณ์ กิจชัยเจริญ

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของมะไฟจีนแผ่น โดยจัดการทดลองแบบผสม (Mixture design) กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาแบบไม่กำหนดช่วง (Simplex centroid design) ศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ 0-100) ปริมาณกรด (ร้อยละ 0-100) และปริมาณเพคติน (ร้อยละ 0-100) และวิเคราะหผลโดยวิธีการวิเคราะหพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology) จากกราฟ contour plot ผลจากการทดลอง พบว่า ปจจัยทั้ง 3 มีผลตอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำอิสระ (a_w) คุณภาพเนื้อสัมผัส และคะแนน การยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยแตละสิ่งทดลองมีความแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ได้สูตรที่เหมาะสมของมะไฟจีนแผ่น คือ น้ำตาลร้อยละ 50 กรดร้อยละ 22 และเพคตินร้อยละ 28 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.44 – 0.48 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบเล็กน้อยต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น

คำสำคัญ: ผลไม้แผ่น, มะไฟจีน, การวิเคราะหพื้นผิวตอบสนอง, ปริมาณน้ำอิสระ

Abstract

The objective of this study was to investigate the optimal formulation of wapee fruit leather product by using mixture design. Three factors were determined by simplex centroid design; 0-100% sugar, 0-100% citric acid and 0-100% pectin. Then data was analyzed by using response surface methodology. From contour plot, the results showed that three components significantly affected ($p \leq 0.05$) the water activity (a_w) content, texture profile and sensory score of overall liking. The optimal formulation was composed of 50% sugar, 22% citric acid and 28% pectin. The water activity and sensory score of overall liking were 0.44-0.48 and 6.0 (like slightly).

Keywords : fruit leather, wapee fruit, response surface methodology, water activity

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน piyanuchroskhrua@gmail.com โทร. 0 5571 0259 ต่อ 1161

1. บทนำ

มะไฟจีนเป็นผลไม้เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดน่าน อยู่ในวงศ์ *Rutaceae* ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clausena lansium* (Lour.) Skeels เป็นพืชอาหารและสมุนไพร ที่ใช้ผลสุกแก่กินเป็นผลไม้ แก้โรคกระเพาะ แก้ท้องอืด เร่งน้ำย่อย ช่วยเจริญอาหาร ใช้ใบต้มน้ำสระผมรักษารังแค [1] มะไฟจีนมีสรรพคุณทางสมุนไพรสามารถรักษาโรคต่าง ๆ ได้ เช่น ไข้หวัด โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เสียงแหบแห้ง ขับเสมหะ แก้โรคกระเพาะแก้อาการท้องอืด ช่วยเจริญอาหารเร่งน้ำย่อย แก้ร้อนใน ตลอดจนใบสามารถใช้แก้รังแค แก้โรคผิวหนัง สำหรับคุณค่าทางอาหารของผลมะไฟจีนสดใน 100 กรัม มีวิตามินซีสูง 20.50 มิลลิกรัม มีใยอาหารมากกว่า 5 กรัม มีแคลเซียม 52.48 มิลลิกรัม และมีพลังงานทั้งหมด 68.25 กิโลแคลอรี่ นับว่าเป็นผลไม้สมุนไพรที่มีประโยชน์หลากหลาย การนำมะไฟจีนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นทางเลือกเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ ผลไม้แผ่น (fruit leather) คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอาผลไม้ซึ่งอาจใช้ผลไม้สดหรือผลไม้แห้งมาตีป่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน อาจเติมวัตถุเจือปนอาหาร เช่น น้ำตาล กรด และสารที่ทำให้เกิดเจล ให้ความร้อนแก่ส่วนผสม เทเกลี่ยเป็นแผ่นบางๆ และนำไปทำแห้ง [2] นอกจากนี้ผลไม้แผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานเป็นอาหารว่างที่รับประทานได้ง่าย เก็บรักษาได้นาน มีกลิ่นรสน่ารับประทาน งานวิจัยเรื่องนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำผลไม้ไทยมาเป็น

ส่วนประกอบหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นที่มีกลิ่นรสเป็นที่นิยมในตลาด เป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคได้อีกทางหนึ่ง และสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่ตลาดอาเซียนได้อีกทาง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตมะไฟจีนแผ่น

โดยวางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture Design) กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาแบบไม่กำหนดช่วง (Simplex Centroid Design) แบบ 3 ปัจจัย ได้สิ่งทดลอง 9 สิ่งทดลอง ปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ 0-100) ปริมาณกรด (ร้อยละ 0-100) และปริมาณเพคติน (ร้อยละ 0-100) รวมน้ำหนักทั้ง 3 ส่วน 46.5 กรัม โดยควบคุมปริมาณส่วนผสมอื่น คือ เนื้อมะไฟจีน 198 กรัม น้ำสะอาด 132 กรัม แบะแซ 50 กรัม กลีเซอรอล 45 กรัม เกลือ 2 กรัม และมอลโตเด้กซ์ตริน 30 กรัม ตามลำดับ ตรวจสอบคุณภาพ วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (รุ่น 4TE, Aqua Lab, USA) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (CT3 10K, Brookfield, USA) บันทึกคาแรงยึดเหนี่ยว (Adhesiveness Force) คาความแข็ง (Hardness, N) ความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) และ ค่าความเหนียวความหยุ่นตัว (Gumminess) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-Points Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์คุณภาพมาวิเคราะหความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร ANOVA วิเคราะหความแตกตางของคาเฉลี่ยดวยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น α = 0.05 ดวยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 17 และสรางแบบจำลองทางคณิตศาสตรโดยใชสมการเชิงเสน (linear model) ดวยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คือ $Y_i = \beta_{1x1} + \beta_{2x2} + \beta_{3x3}$ ทั้งนี้กำหนดให Y_i คือคุณภาพทางเนื้อสัมผัส และทางประสาทสัมผัส และ X_i คือ ปริมาณรอยละของส่วนผสม ไดแก X_1 คือ ปริมาณน้ำตาล X_2 คือ ปริมาณกรด X_3 คือ ปริมาณเพคติน จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยสราง กราฟ contour plot ของคาทางเนื้อสัมผัส และความชอบทางประสาทสัมผัส โดยเลือกพื้นที่ที่มีคะแนนความชอบของแตละคุณลักษณะที่มีคะแนนความชอบมากกวา 5.5 หาจุดที่เหมาะสมของปริมาณน้ำตาล กรด และเพคติน

3. ผลการวิจัย

3.1 สูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตมะไฟจีนแผ่น

การใช้มะไฟจีนเป็นวัตถุดิบในการทำผลไม้แผ่นทำให้ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา ทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส นอกจากนี้อัตราส่วนของปริมาณน้ำตาล กรดซิตริก และเพคติน ที่ใช้ในแต่ละสูตรให้คุณภาพ เนื้อสัมผัส และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะไฟจีนแผ่นสูตรทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่นอยู่ในช่วง 0.44-0.50 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ประเภทเชื้อราไม่สามารถเจริญได้ [3] โดยสิ่งทดลองที่ 9 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่อเพคติน เท่ากับ 0333: 0.333: 0.333 มีค่าเฉลี่ยของแรงยึดเหนี่ยวของเจล (adhesiveness) มากที่สุด และ สิ่งทดลองที่ 3 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่อเพคติน เท่ากับ 0: 0: 1 มีความแข็งแรงของโครงสร้างเจล (hardness) มากที่สุด แต่มีความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) เนื่องจากมีส่วนผสมของเพคตินมากที่สุด ซึ่งเพคตินทำหนาที่เปนสารเกิดเจล (gelling agents) แลวยังเปนสารเพิ่มความขนหนืด (thickener) สารที่ดูดซับน้ำ (water binder) ทำใหเนื้อสัมผัสมีลักษณะขนหนืดและยืดหยุนมากขึ้น [4], [5]

ตารางที่ 1 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพเนื้อสัมผัสของมะไฟจีนแผ่น

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำตาล (X1)	ปริมาณกรด (X2)	ปริมาณเพคติน (X3)	Water activity	คุณภาพเนื้อสัมผัส			
					Adhesiveness (g.sec.)	Hardness (N)	Cohesiveness	Gumminess (N)
1	1.0	0	0	0.48^{b} ±0.02	$1,722.15^{c}$ ±26.23	135.23^{g} ±10.22	0.86^{a} ±0.06	156.12^{b} ±6.26
2	0	1.0	0	0.44^{d} ±0.01	$1,658.69^{d}$ ±29.56	143.21^{f} ± 9.59	0.88^{a} ±0.02	126.50^{d} ±5.28
3	0	0	1.0	0.48^{b} ±0.01	$1,929.56^{b}$ ±22.56	189.23^{a} ±11.58	0.64^{f} ±0.05	166.10^{a} ±6.15
4	0.5	0.5	0	0.50^{a} ±0.02	$1,793.12^{c}$ ±31.48	161.96^{d} ±12.47	0.69^{e} ±0.04	120.36^{e} ±4.26
5	0.5	0	0.5	0.46^{c} ±0.01	$1,658.33^{d}$ ±28.14	174.33^{ab} ±13.45	0.78^{b} ±0.06	125.11^{d} ±6.66
6	0	0.5	0.5	0.44^{d} ±0.01	$1,766.36^{c}$ ±24.16	168.20^{c} ±16.85	0.74^{cd} ±0.02	135.6^{c} ±5.49
7	0.333	0.333	0.333	0.48^{b} ±0.02	$1,912.66^{b}$ ±23.56	164.10^{cd} ± 2.36	0.70^{e} ±0.03	114.87^{f} ±2.36
8	0.333	0.333	0.333	0.44^{d} ±0.01	$1,966.23^{ab}$ ±27.13	168.66^{c} ±15.23	0.76^{bc} ±0.04	120.23^{e} ±5.47
9	0.333	0.333	0.333	0.46^{c} ±0.02	$2,011.56^{a}$ ±32.15	170.16^{bc} ±11.56	0.72^{de} ±0.02	125.16^{d} ±5.11

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-c ในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะไฟจีนแผ่น

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำตาล (X1)	ปริมาณกรด (X2)	ปริมาณเพคติน (X3)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
				สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	1.0	0	0	5.7^{a} ±0.2	5.8^{b} ±0.2	6.0^{a} ±0.2	5.8^{a} ±0.2	5.3^{a} ±0.2	5.6^{bc} ±0.2
2	0	1.0	0	5.2^{c} ±0.1	4.9^{d} ±0.1	5.2^{c} ±0.1	4.9^{f} ±0.1	4.9^{c} ±0.1	5.3^{d} ±0.2
3	0	0	1.0	5.6^{ab} ±0.1	5.5^{c} ±0.2	5.5^{b} ±0.2	5.6^{b} ±0.2	5.0^{bc} ±0.1	5.7^{ab} ±0.2
4	0.5	0.5	0	5.6^{ab} ±0.1	6.0^{a} ±0.3	5.6^{b} ±0.2	5.7^{ab} ±0.2	5.2^{ab} ±0.1	5.7^{ab} ±0.1
5	0.5	0	0.5	5.3^{c} ±0.1	5.5^{c} ±0.2	4.9^{cd} ±0.1	5.4^{cd} ±0.1	4.8^{c} ±0.1	5.3^{d} ±0.1
6	0	0.5	0.5	5.4^{bc} ±0.2	5.5^{c} ±0.2	4.8^{d} ±0.1	5.4^{cd} ±0.1	4.9^{c} ±0.1	5.5^{c} ±0.2
7	0.333	0.333	0.333	5.4^{bc} ±0.2	5.5^{c} ±0.2	4.9^{cd} ±0.1	5.5^{bc} ±0.1	5.1^{b} ±0.2	5.1^{e} ±0.1
8	0.333	0.333	0.333	5.2^{c} ±0.1	4.5^{e} ±0.1	6.0^{a} ±0.3	5.1^{e} ±0.1	4.9^{c} ±0.1	5.8^{a} ±0.1
9	0.333	0.333	0.333	5.3^{c} ±0.1	4.8^{d} ±0.2	5.1^{c} ±0.1	5.3^{de} ±0.2	5.0^{bc} ±0.1	5.1^{e} ±0.1

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-c ในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี รสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสิ่งทดลองที่ 8 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่อเพคติน เท่ากับ 0333: 0.333: 0.333 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งเท่ากับ 6.0 และ 5.8 ตามลำดับ

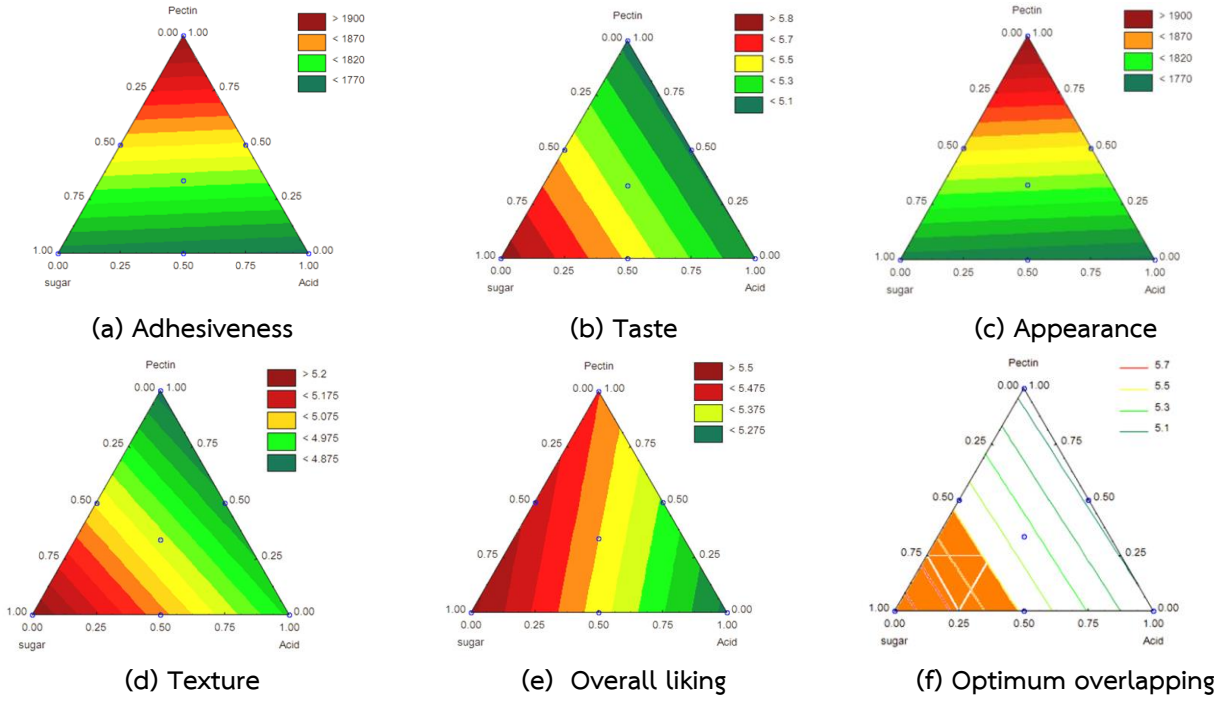
ขอมูลที่ไดจากการทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และความชอบทางประสาทสัมผัสของมัลเบอรี่แผนทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงวามีความสัมพันธ์กันระหวางปจจัยที่ศึกษากับคาคุณภาพดังกลาว เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี RSM สรางแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใชสมการเชิงเสน (linear model) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์

ระหวาง คาคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับปจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาล (X_1) ปริมาณกรด (X_2) และปริมาณเพคติน (X_3) ผล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมการรีเกรสชันของแรงยึดเหนี่ยวของเจล รสชาติ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของมะไฟจีนแผ่น

Dependent variable ; y	Predictive Model	R^2
แรงยึดเหนี่ยวของเจล (adhesiveness)	= $975.973X_1+680.0578X_2+725.4418X_3$	0.875
รสชาติ (taste)	= $5.7X_1+5.7X_2+4.9X_3$	0.910
ลักษณะปรากฏ (appearance)	= $5.2778X_1+5.1178X_2+5.2378X_3$	0.855
ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)	= $5.0089X_1+4.5689X_2+4.6889X_3$	0.841
ความชอบโดยรวม (overall liking)	= $5.1556X_1+4.9956X_2+5.1156X_3$	0.829

หมายเหตุ: X_1 = ปริมาณน้ำตาล X_2 = ปริมาณกรด X_3= ปริมาณเพคติน



(a) Adhesiveness (b) Taste (c) Appearance

(d) Texture (e) Overall liking (f) Optimum overlapping

รูปที่ 1 Contour plot ของ แรงยึดเหนี่ยวของเจล รสชาติ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น

เมื่อนำสมการรีเกรสชันของค่าแรงยึดเหนี่ยวของเจล และคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสจาก ตารางที่ 3 มาสรางกราฟคอนทัวร (Contour plot) โดยพิจารณาเฉพาะคุณลักษณะ ดานรสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังรูปที่ 1 (a)-(e) นำกราฟใน รูปที่ 1 (a)-(e) มาซอนทับกันเพื่อหาพื้นที่ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ดังรูปที่ 1 (f) และทำการเลือกพื้นที่ที่มีคะแนนความชอบมากกวา 5.5 (ชอบเล็กน้อย) เปนเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม

จากรูปที่ 1 พบวา พื้นที่ทับกัน เปนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของปริมาณน้ำตาล กรด และเพคตินที่ใชในการผสมในมะไฟจีนแผ่นสูตรพื้นฐาน โดยมีปริมาณน้ำตาลอยู่ในชวงรอยละ 50-100 ปริมาณกรดอยู่ในชวงร่อยละ 0-25 และปริมาณเพคตินอยู่ในชวงร่อยละ 0-30 ดังนั้นสูตรที่จะนำไปพัฒนาตอทำการเลือกพื้นที่ที่มีปริมาณผลไมแตละชนิดในปริมาณมากที่สุดที่มีความเปนไปได้นั้นคือ น้ำตาลรอยละ 50 กรดรอยละ 22 และเพคตินรอยละ 28

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น พบว่า สูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค มีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาล กรด และ เพคติน ดังนี้ น้ำตาลร้อยละ 50 กรดร้อยละ 22 และเพคตินร้อยละ 28 ของน้ำหนักส่วนผสมรวม 46.5 กรัม โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.44 – 0.48 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบเล็กน้อยต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น โดยสูตรที่เหมาะสมจากงานวิจัยในครั้งนี้จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้ไทยชนิดแผ่นต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อัปสร และคณะ, 2553, พืชอาหารและสมุนไพรท้องถิ่นบนพื้นที่สูง, สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 396 หน้า.

[2] Raab, C., Oehler, N., 2000, Making dried fruit leather. Oregon State University, Oregon. 232 p.

[3] ไพบูลย์ ธรรมรัตนวาสิก, 2532, กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

[4] นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, เคมีอาหาร, โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

[5] ชนะชัย กรวิทยาศิลปะ และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, 2552, การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นม้วนกลิ่นรสเชอร์รี่ที่ใช้ผลไม้ไทยอบแห้งแทนแอปเปิ้ลอบแห้ง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(1): 409-412.