

มูลนิธิโครงการหลวง

รายงานการวิจัยตามโครงการวิจัยที่ 49 บ งบประมาณปี 2539

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้กึ่งแห้งที่มีน้ำตาลต่ำ และผลิตภัณฑ์ผักกึ่งแห้งที่มีเกลือต่ำ :

แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้กึ่งแห้งรูปแบบแห้ง

LOW SUGAR IM-FRUIT PRODUCTS AND LOW SALT IM-VEGETABLE
PRODUCTS DEVELOPMENT : PROSPECTS TO IM-FRUIT
AND VEGETABLE BAR DEVELOPMENT

“การศึกษาผลของเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการผลิต
ผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง”

คณะผู้วิจัย

นายไพโรจน์	วิริยจารี	(Pairote Wiriycharee)
นางสุจินดา	ศรีวัฒนะ	(Sujinda Sriwattana)
นายอัครพงษ์	พงษ์ศิริกุล	(Issaraphong Phongsirikul)
นายวิวรรธน์	วรรณจรรย์ยา	(Wiwat Wattanatchariya)
นางสาวพวงทอง	ใจสันต์	(Phuangtong Jaison)
นางจิตรา	กลิ่นหอม	(Jittra Klinhom)

ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การศึกษาผลของเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสม

ต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง

Effect of Pectin and Sucrose on Intermediate Moisture Peach Product

ไพโรจน์ วิริยจารี^{1/} สุจินดา ศรีวัฒนะ^{1/} อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล^{1/} วิวรรธน์ วรรณัจฉริยา^{1/}
พวงทอง ใจสันดี^{1/} และจิตรา กลิ่นหอม^{1/}

Pairote Wiriyacharee^{1/}, Sujinda Sriwattana^{1/}, Issaraphong Phongsirikul^{1/},
Wiwat Wattanatchariya^{1/}, Phuangtong Jaison^{1/}, and Jitra Klinhom^{1/}

ABSTRACT

Formulation of intermediate moisture peach product was investigated by use of pectin and sucrose as the main studied factors. They were varied at the different levels as 1-2% for pectin and also 10-20 % for sucrose. The formulated product was heated at 90°C for 2 minutes and then cooled and added 0.2% potassium meta bisulfite before poured into stainless steel (0.5 kg per tray ; 28x21 cm). The product was dried at 60°C for 24 hours.

For this study, it was found that pectin and sucrose added in formulation had a colour effect on the product quality significant difference at $P \leq 0.05$, both a Δ value and sensory evaluation. They had also acidity effect on the product but sucrose had only effect on moisture content of the product.

In terms of sensory evaluation, it was found that pectin affected significantly on colour, peach flavour, toughness and overall acceptability while sucrose affected on colour, sweetness and toughness of the product significantly at $P \leq 0.05$.

As a result of formulation, pectin and sucrose, the most suitable formula was 2% pectin and 20 % sucrose.

The quality of the product was analysed and L a^* b^* was 46.10 ± 0.45 , 11.66 ± 0.11 and 29.11 ± 0.80 respectively. There were $26.10 \pm 0.27\%$ moisture content, pH 3.74 ± 0.01 and $1.65 \pm 0.05\%$ total acidity as citric acid. Additionally, for sensory evaluation, the mean ideal ratio scores of color, dryness, peach flavour, sourness, sweetness, toughness and overall acceptability were 0.80 ± 0.14 , 0.92 ± 0.34 , 1.15 ± 0.18 , 1.22 ± 0.36 , 1.14 ± 0.21 , 1.00 ± 0.30 , and 0.65 ± 0.20 respectively.

บทคัดย่อ

ในการศึกษาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนั้น ได้ทำการกำหนดปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาคือ เพคติน และน้ำตาลซูโครส โดยทำการแปรผันระดับของปัจจัยดังกล่าวที่ร้อยละ 1-2 และ 10-20 ตามลำดับ โดยสูตรการผลิตแต่ละสูตรจะถูกทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แล้วทำให้เย็นและเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ร้อยละ 0.2 ลงไป แล้วเทส่วนผสมทั้งหมดลงในถาดปลอดสนิม (0.5 กิโลกรัมต่อถาดที่มีขนาด 28X21 เซนติเมตร) และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

จากผลการทดลองพบว่า ปัจจัยหลักเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เติมลงไปในการผลิต มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งทางด้านสีที่ปรากฏอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ทั้งค่าทางกายภาพ (ค่าสีแดง-เขียว) และค่าทางด้านประสาทสัมผัส นอกจากนี้น้ำตาลซูโครส และเพคตินยังมีผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านความเป็นกรดทั้งหมด ส่วนน้ำตาลซูโครสจะมีผลเฉพาะความชื้นของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

การวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง พบว่า เพคตินมีผลต่อสีที่ปรากฏ กลิ่นท้อ ความเหนียว และการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ในขณะที่น้ำตาลซูโครสจะมีผลต่อสีที่ปรากฏ ความหวาน และความเหนียวของ ผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากผลการวิเคราะห์โดยรวม พบว่าสูตรของปัจจัยหลักดังกล่าวทั้งสองที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งคือควรใช้เพคตินร้อยละ 2 และน้ำตาลซูโครสร้อยละ 20

คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะมีค่า $L^* a^* b^*$ โดยเฉลี่ยประมาณ 46.10 ± 0.45 , 11.66 ± 0.11 และ 29.11 ± 0.80 ตามลำดับ มีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 26.10 ± 0.27 ความเป็นกรดต่างประมาณ 3.74 ± 0.01 ความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกร้อยละ 1.65 ± 0.05 และค่าทางด้านประสาทสัมผัส สีที่ปรากฏ ความแห้ง กลิ่นท้อ รสเปรี้ยว รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวมมีค่า mean ideal ratio scores เท่ากับ 0.80 ± 0.14 , 0.92 ± 0.34 , 1.15 ± 0.18 , 1.22 ± 0.36 , 1.14 ± 0.21 , 1.00 ± 0.30 และ 0.65 ± 0.20 ตามลำดับ

คำนำ

ท้อ (Peach) มีแหล่งกำเนิดในประเทศจีน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus persica* ประเทศไทยปลูกท้อกันมาเป็นเวลานานแล้ว โดยเฉพาะชาวเขาที่อพยพมาจากประเทศจีน และมาตั้งหลักแหล่งทางตอนเหนือของประเทศไทย ท้อเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดค่อนข้างเล็ก ทรงต้นเป็นพุ่มแจ้ ให้ผลดกและตกผลได้เร็วกว่าไม้ผลผลัดใบชนิดอื่น ๆ ลักษณะของผลจะมีขนปกคลุมทั่วไปบริเวณผิว ซึ่งเป็นลักษณะประจำตัว ส่วนของเนื้อมีตั้งแต่สีเหลืองจัดไปจนถึงสีขาว เมื่อสุกเนื้อจะมีลักษณะนุ่ม เม็ดในมีลักษณะแข็งซึ่งภายในมีเมล็ดอยู่

การเก็บเกี่ยวผลท้อจะต้องมีความระมัดระวังสูง เนื่องจากผลท้อมีผิวที่อ่อนนุ่ม ไม่ควรมีรอยชำเสียหายระหว่างการเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจจะใช้วิธีการสังเกตุสีของผลท้อในการเก็บเกี่ยวก็ได้ โดยจะเก็บเมื่อผลเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและมีสีแดงเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 50 บางครั้งอาจจะใช้ค่าทางเคมีเป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถเห็นความสัมพันธ์โดยตรงกับรสชาติของผลท้อ เนื่องจากการสร้างสีผิวของผลนั้นขึ้นกับปัจจัยของอิทธิพลหลายอย่าง เช่น ความเข้มของแสง และออกซิเจนมีผลต่อการสังเคราะห์สารคาโรทีนอยด์ (Carotenoid) อุณหภูมิมีผลต่อการสร้างสารไลโคปีน (Lycopene) เป็นต้น ดังนั้นการใช้ปัจจัยอื่น ๆ ร่วมในการตัดสินใจเก็บเกี่ยวผลท้อจึงมีความจำเป็น เช่น อาจจะใช้วิธีการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรด ความหนาแน่นของเนื้อ และอาจจะวัด Maturity ratio ประกอบด้วย (นรินทร์ชัย , 2537)

ผลท้อสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น ท้อดอง ท้อกวน ท้อแห้ง ท้อแช่ส้ม แยมท้อ ท้อดัดแปลงผสมในโยเกิร์ต และท้อลอยแก้วบรรจุกระป๋อง เป็นต้น เนื่องจากท้อเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญบนที่สูงพืชหนึ่ง การจำหน่ายสดสามารถปฏิบัติได้ระดับหนึ่ง การแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ท้อจะเป็นหนทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาเมื่อมีปริมาณท้อมากในฤดูกาลผลิต ดังในการศึกษาทดลองเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจ เพราะนอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหาท้อที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ และไม่สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้แล้ว ยังเป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการที่จะนำมาใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ผักผลไม้กึ่งแห้งในลักษณะแห่งต่อไป (ไพโรจน์, 2539)

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสูตรการผลิตท้อแผ่นกึ่งแห้ง โดยที่จะทำการศึกษาถึงปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมในการทำท้อแผ่นกึ่งแห้ง และเพื่อประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งที่ผลิตได้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบและกรรมวิธีการทำห่อแผ่นกึ่งแห้ง

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ ท่อพันธุ์ไต้หวัน เพคติน และน้ำตาลซูโครส

ท่อสดที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 12 บริกส์ นำมาล้างให้สะอาด ใช้มีดผ่าครึ่งและนำเอาแต่ส่วนเนื้อท่อ(แยกเปลือกและเมล็ดออก) นำมาตีปั่น หลังจากนั้นเติมเพคติน ร้อยละ 1-2 และน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 10-20 เนื้อท่อดังกล่าวจะถูกนำมาให้ความร้อนและคงอุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ทำให้เย็นและเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ร้อยละ 0.2 ลงไป จากนั้นทำการเทส่วนผสมทั้งหมดลงในถาดปลอดสนิม (0.5 กิโลกรัม ต่อถาดที่มีขนาด 28X21 เซนติเมตร) นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ท่อแห้งที่ได้จะถูกนำออกมาในรูปแผ่นก่อนและทำการตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บรรจุในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

2. ศึกษาปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมในการทำห่อแผ่นกึ่งแห้ง

การศึกษานี้ได้วางแผนการพัฒนาสูตร โดยมีปัจจัยเพคติน และน้ำตาลซูโครส เป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษาในระดับที่แตกต่างกัน 2 ระดับ ดังต่อไปนี้

ปัจจัย A = เพคติน

a_1 = ร้อยละ 1

a_2 = ร้อยละ 2

ปัจจัย B = น้ำตาลซูโครส

b_1 = ร้อยละ 10

b_2 = ร้อยละ 20

การทดลองนี้เป็น 2^2 Factorial experiment โดยทำการเติมสิ่งทดลองที่จุดกึ่งกลางของปัจจัยทั้งสองอีก 2 สิ่งทดลอง ดังนั้นในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment + 2 center points (ตารางที่ 1) ดังนี้

ตารางที่ 1 แผนการทดลอง 2² Factorial experiment ที่มีเพคตินและน้ำตาลซูโครสเป็นปัจจัยหลักในการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอแผ่นกึ่งแข็ง

สิ่งทดลอง	รหัส	ปัจจัยที่ศึกษา	
		เพคติน (ร้อยละ)	น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)
	+1	2	20
	0	1.5	15
	-1	1	10
(1)		-1	-1
a		+1	-1
b		-1	+1
ab		+1	+1
cp1		0	0
cp2		0	0

(1) = all low levels ; a = เพคติน ; b = น้ำตาลซูโครส ; cp = center point

สิ่งทดลองทั้งหมดผ่านกรรมวิธีตามข้อ 1 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ทอแผ่นกึ่งแข็งที่ได้สุดท้ายมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีบนผิวหนังหน้าของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta camera Co., Ltd., 1991)

2.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- ค่าความชื้น ตามวิธีของ A.O.A.C. (1984)
- ค่าความเป็นกรดต่าง โดยใช้ pH meter (A.O.A.C.1984)
- ค่าความเป็นกรด ตามวิธีของ (A.O.A.C.1984)

2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การหาเค้าโครงลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ (Ideal Ratio Profile) เพื่อศึกษาคุณลักษณะของประสาทสัมผัสดังนี้ คือ สีที่ปรากฏ ความแห้ง กลิ่นท้อ รสเปรี้ยว รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 10 คน ทำการทดสอบชิมในห้องชิมอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส เสนอตัวอย่างให้ผู้ชิมโดยวางบนจานพลาสติกสีขาวที่มีรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว และแนะนำให้ผู้ชิมเคี้ยวขนมปังจืดและ บ้วนปากด้วยน้ำสะอาดอุณหภูมิห้องก่อนชิมแต่ละตัวอย่าง (ไพโรจน์, 2535)

2.4 ข้อมูลทางด้านการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง จะนำมาทำการ

วิเคราะห์ผลทางด้านสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SP123 (Walonick, 1987)

เพื่อทำการสรุปผลการทดลองต่อไป

ผลการวิเคราะห์

ปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง

จากการศึกษาหาปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ

ค่าสี L a b ของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งที่ใช้ปริมาณเพคติน (ร้อยละ 1-2) และน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ 10-20) นั้นพบว่า ผลิตภัณฑ์ทดลองที่ได้มีค่าของ L ในช่วง 45.08 - 46.10 ส่วนค่า a มีค่าในช่วง 11.66 - 13.20 และค่า b อยู่ในช่วง 27.59 - 29.94 กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้มีสีเหลืองค่อนข้างเข้ม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสี L a b ของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งที่ใช้ปริมาณเพคติน และ น้ำตาลซูโครสในระดับต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ค่าสี		
	L	a	b
(1)	45.89±0.99	13.20±0.33	29.37±1.84
a	45.34±0.64	12.89±0.30	29.94±0.31
b	45.41±0.28	12.17±0.14	27.59±0.72
ab	46.10±0.45	11.66±0.11	29.11±0.80
cp1	45.08±0.65	12.32±0.31	27.83±1.20
cp2	45.87±0.81	12.55±0.11	28.95±1.25

(1) = all low levels; a = เพคติน ; b = น้ำตาลซูโครส ; cp = center point

คุณภาพผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งในด้านสีที่ปรากฏนั้น จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักทั้งสองชนิดที่ใช้คือ เพคติน และน้ำตาลซูโครส ต่างก็ไม่มีผลต่อค่า L และค่า b' ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กล่าวคือผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งที่ผลิตได้จะมีค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ (L) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 45.58 ± 0.40 และมีค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ (b') โดยเฉลี่ยเท่ากับ 28.70 ± 0.85

สำหรับค่าสีของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งในเทอมของค่าสีแดง-เขียว (a') นั้นพบว่า ปัจจัยหลักน้ำตาลซูโครสมีผลต่อค่าสีแดง (a') ของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.0002$ ในขณะที่เพคตินมีผลต่อค่าสี a' ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.0165$ กล่าวคือถ้าเพิ่มปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสจากระดับต่ำที่ใช้ในสูตรการผลิต (ร้อยละ 1 และร้อยละ 10 ตามลำดับ) ไปสู่การใช้สารดังกล่าวในระดับสูง (ร้อยละ 2 และร้อยละ 20 ตามลำดับ) จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดงที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นดังกล่าวข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามค่าสีแดงเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้มีค่าเท่ากับ 12.46 ± 0.46 ซึ่งทั้งน้ำตาลซูโครส และเพคติน อาจจะไปบดบังสีของเนื้อท้อในระหว่างการแปรรูปก็เป็นได้ ซึ่งสามารถแสดงผลในรูปสมการ (Coded equation) ดังนี้คือ

$$\text{ค่าสีแดง (a')} = 12.4575 - 0.5650 (\text{น้ำตาลซูโครส}) - 0.2050 (\text{เพคติน})$$
$$R^2 = 95.57 \%$$

2. คุณภาพทางเคมี

ผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งกึ่งแห้งที่ใช้ปริมาณเพคติน (ร้อยละ 1- 2) และน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ 10-20) เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์ทดลองที่ได้มีความชื้นในช่วงร้อยละ 24.13 ± 1.52 ส่วนค่า pH อยู่ในช่วง 3.77 ± 0.02 และมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คิดเทียบกรดซิตริก) ในช่วงร้อยละ 1.84 ± 0.28 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความชื้น (ร้อยละ) pH และความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์
 ท้อแผ่นกึ่งแห้งที่ใช้ปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครส ในระดับต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ความชื้น (ร้อยละ)	pH	ความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละ)
(1)	22.37±0.46	3.76±0.01	2.28±0.15
a	22.80±0.03	3.75±0.01	2.28±0.15
b	25.81±0.35	3.79±0.02	1.58±0.05
ab	26.10±0.27	3.74±0.01	1.65±0.05
cp1	25.04±0.37	3.77±0.01	1.79±0.05
cp2	22.93±0.01	3.79±0.01	1.65±0.05

(1) = all low levels; a = เพคติน ; b = น้ำตาลซูโครส ; cp = center point

สำหรับคุณภาพผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งในด้านเคมี พบว่าความชื้นในผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.0091$ กล่าวคือ ถ้าหากมีการเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสให้สูงขึ้น (-) จะมีผลทำให้ความชื้นโดยรวมเพิ่มขึ้น ดังสมการ (Coded equation)

$$\text{ความชื้น} = 24.127 + 1.6850 (\text{น้ำตาลซูโครส}) \quad R^2 = 70.51 \%$$

ในด้านความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้ ทั้งปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครส ต่างไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กล่าวคือ ถ้าหากมีการเพิ่มหรือลดลงของปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสในสูตรของผลิตภัณฑ์ จะไม่มีผลทำให้ pH ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยที่ค่าความเป็นกรดเป็นต่างของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.77 ± 0.02

ส่วนในด้านความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกับกรดซิตริกของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้ง พบว่าปัจจัยหลักที่เป็นน้ำตาลซูโครสและเพคตินมีผลต่อคุณภาพทางด้านปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.002$ และ $P \leq 0.0047$ ตามลำดับ ทั้งนี้ความเป็นกรดทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งกับปริมาณเพคตินของผลิตภัณฑ์ โดยที่ถ้าหากมีการเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสให้มากขึ้น (ระดับสูง) จะทำให้ปริมาณกรดของผลิตภัณฑ์ลดลงได้ระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามถ้าหากมีการเพิ่มหรือลดลงของปริมาณเพคตินในสูตร

การผลิต จะทำให้ความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากเพคตินมีผลต่อความเป็นกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง ดังแสดงสมการ (Coded equation)

$$\text{ความเป็นกรดทั้งหมด (คิดเทียบกรดซิตริก)} = 1.7200 - 0.3325 (\text{น้ำตาลซูโครส}) + 0.2275 (\text{เพคติน}^2)$$

$$R^2 = 96.12\%$$

3. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่น กิ่งแห้งที่ใช้ปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสในระดับต่าง ๆ ในรูปของค่า mean ideal ratio score ในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ทดลอง พบว่า มีค่า mean ideal ratio scores ของลักษณะสีที่ปรากฏ ความแห้ง กลิ่นท้อ รสเปรี้ยว รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 0.83 ± 0.05 , 1.01 ± 0.06 , 1.14 ± 0.03 , 1.27 ± 0.09 , 1.10 ± 0.06 , 1.10 ± 0.12 , และ 0.64 ± 0.05 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส ในรูปของ Mean ideal ratio scores ของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกิ่งแห้งที่ใช้ปริมาณเพคติน และน้ำตาลซูโครสในระดับต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	สีที่ปรากฏ	ความแห้ง	กลิ่นท้อ	รสเปรี้ยว	รสหวาน	ความเหนียว	ความชอบโดยรวม
(1)	0.84 ± 0.17^c	1.01 ± 0.31	1.17 ± 0.15	1.38 ± 0.19	1.03 ± 0.19	1.24 ± 0.25	0.56 ± 0.11
a	0.94 ± 0.13	1.07 ± 0.22	1.15 ± 0.21	1.27 ± 0.33	1.06 ± 0.19	1.27 ± 0.26	0.59 ± 0.16
b	0.77 ± 0.11	0.98 ± 0.29	1.20 ± 0.14	1.20 ± 0.36	1.17 ± 0.12	0.90 ± 0.44	0.59 ± 0.25
ab	0.80 ± 0.14	0.92 ± 0.34	1.15 ± 0.18	1.22 ± 0.36	1.14 ± 0.21	1.00 ± 0.30	0.65 ± 0.20
cp1	0.86 ± 0.12	1.07 ± 0.11	1.12 ± 0.21	1.38 ± 0.20	1.06 ± 0.11	1.11 ± 0.19	0.69 ± 0.08
cp2	0.60 ± 0.09	0.98 ± 0.31	1.12 ± 0.26	1.17 ± 0.39	1.15 ± 0.16	1.10 ± 0.27	0.66 ± 0.17

(1) = all low levels; a = เพคติน ; b = น้ำตาลซูโครส ; cp = center point

หมายเหตุ ^a ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. ใช้ผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 10 คน
2. ค่า Ideal ratio scores สำหรับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal product) เท่ากับ 1.00

จากการวิเคราะห์ผลในด้านการหาความสัมพันธ์ของค่าสีที่ปรากฏทางด้านประสาทสัมผัสกับปัจจัยหลักทั้งสองที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกิ่งแห้งนั้น พบว่า ลักษณะสีที่

ปรากฏจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เติมลงไปในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญที่ $P=0.0205$ และมีความสัมพันธ์กับปริมาณเพคตินที่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P = 0.0934$ โดยที่ถ้าหากมีการเติมปริมาณน้ำตาลซูโครสในระดับที่สูง (+) จะมีผลทำให้ค่า mean ideal ratio score ของสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากมีการเติมปริมาณเพคตินในระดับสูง (+) จะมีผลทำให้ค่า mean ideal ratio score ของสีปรากฏของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเข้าใกล้ค่าในอุดมคติคือ 1.00 ดังแสดงในสมการ (Coded equation)

$$\text{สเกลสีที่ปรากฏ} = 0.8338 - 0.0525 (\text{น้ำตาลซูโครส}) + 0.0325 (\text{เพคติน})$$

$$R^2 = 75.54\%$$

ส่วนปัจจัยหลักน้ำตาลซูโครส และเพคตินที่ใช้ในสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้ พบว่าไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านความแห้ง และรสเปรี้ยว ของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย mean ideal ratio score ของความแห้งและรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1.01 ± 0.06 และ 1.27 ± 0.09 ตามลำดับ

นอกจากนี้กลิ่นท้อที่ผู้ทดสอบชิมได้ทำการทดสอบนั้น พบว่า ปัจจัยหลักที่เป็นเพคตินที่เติมลงไปในการผลิตมีผลต่อกลิ่นบ๊วยแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P = 0.0142$ โดยที่กลิ่นท้อนี้ มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นเส้นโค้งกับปริมาณเพคตินที่เติมเช่นกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.009$ ดังแสดงในสมการ

$$\text{สเกลกลิ่นท้อ} = 1.1200 + 0.0475 (\text{เพคติน}^2) - 0.0175 (\text{เพคติน})$$

$$R^2 = 92.73\%$$

ส่วนรสหวานของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้ จะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลักคือน้ำตาลซูโครสที่เติมลงไปในการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.0299$ กล่าวคือถ้าหากมีการใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครสในระดับสูง (+) จะเป็นการเพิ่มค่าสเกลของผลิตภัณฑ์ในด้านรสหวาน ดังแสดงในสมการ

$$\text{สเกลรสหวาน} = 1.1025 + 0.0550 (\text{น้ำตาลซูโครส})$$

$$R^2 = 57.21\%$$

อย่างไรก็ตาม การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมทางด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนั้นพบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลซูโครส และ

เพศดินที่เติมลงไปในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.0001$ และ $P=0.0003$ ตามลำดับ กล่าวคือถ้าหากมีการเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสในระดับสูงขึ้น (+) จะมีผลทำให้ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ลดลง ส่วนถ้าหากมีการเพิ่มปริมาณเพศดินในระดับที่สูงขึ้น (+) จะมีผลทำให้ความเหนียวของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างน้ำตาลซูโครส และเพศดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.0027$ เช่นกัน ดังแสดงในสมการ (Coded equation)

$$\text{สเกลความเหนียว} = 1.1038 - 0.1525 (\text{น้ำตาลซูโครส}) + 0.0325 (\text{เพศดิน}) + 0.0175 (\text{น้ำตาลซูโครส} \times \text{เพศดิน}) \quad R^2 = 99.89\%$$

ส่วนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้มีความสัมพันธ์กับเพศดินที่ใช้ในสูตรการผลิตในลักษณะที่เป็นเส้นโค้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.0097$ ดังแสดงในสมการ (Coded equation)

$$\text{สเกลความชอบโดยรวม} = 0.6750 - 0.0775 (\text{เพศดิน}^2) \quad R^2 = 69.89\%$$

เมื่อพิจารณาการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมแล้ว พบว่าการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งนี้มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ดังนี้คือ กลิ่นท้อ ความเหนียว ความหวาน สีที่ปรากฏ และความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P= 0.0001$, $P=0.0001$, $P=0.004$, $P= 0.001$ และ $P= 0.0456$ ตามลำดับ ดังแสดงในสมการดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สเกลความชอบโดยรวม} = & 3.2357 - 1.7093(\text{กลิ่นท้อ}) - 0.3881(\text{ความเหนียว}) \\ & - 0.2993 (\text{ความหวาน}) + 0.1527 (\text{สีที่ปรากฏ}) \\ & - 0.0106 (\text{ความเปรี้ยว}) \quad R^2 = 99.99\% \end{aligned}$$

จากสมการจะเห็นได้ว่าความชอบรวมของผู้ทดสอบชิมได้พิจารณาจาก กลิ่นท้อ ความเหนียว ความหวาน สีที่ปรากฏ และความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นถ้าหากมีการพัฒนา ลักษณะต่างๆ เหล่านี้ให้มีค่าใกล้เคียงค่าในอุดมคติคือ 1.00 มากขึ้น ก็สามารทำให้ผู้ทดสอบชิมมีการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ท้อแผ่นกึ่งแห้งได้มากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ทอแผ่นกึ่งแห้ง โดยทำการทดสอบปัจจัยหลักคือ เพคติน ที่ระดับร้อยละ 1-2 และน้ำตาลซูโครสระดับ 10-20 นั้น พบว่า ปัจจัยหลักคือ เพคติน และน้ำตาลซูโครส มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทอแผ่นกึ่งแห้งทางด้านสีแดง (a) นอกจากนี้ น้ำตาลซูโครสยังมีผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านเคมีเช่น ความชื้น และปริมาณกรดทั้งหมด ส่วนเพคตินก็มีผลกระทบต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมดเช่นกัน

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ความแห้งของผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อการยอมรับโดยรวม แต่ลักษณะอื่น ๆ มีผลกระทบต่อ การยอมรับของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P \leq 0.05$ และพบว่า น้ำตาลซูโครสมีผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านสีที่ปรากฏ ความหวาน และความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่เพคตินมีผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านสีที่ปรากฏ กลิ่น ท้อ ความเหนียว

จากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า สูตรทอแผ่นกึ่งแห้งควรใช้ปริมาณ เพคตินที่ระดับสูงคือร้อยละ 2 และน้ำตาลซูโครสที่ระดับสูงคือร้อยละ 20 จะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านเงินทุน

วิจัย มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ไพโรจน์ วิริยจारी. 2535. การวางแผนและวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.
- ไพโรจน์ วิริยจारी. 2539. อาหารกึ่งแห้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.
- นรินทร์ชัย พัฒพงศา. 2537. คู่มือการปลูกไม้ผลเขตร้อนที่สำคัญ 5 ชนิด. โรงพิมพ์วิศคอมเซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ.
- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis (13rd edition) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Davies, R., Birch, G.G. and Parker, K.J 1976. Intermediate Moisture Foods. Applied Science Publishers Ltd. London.
- Fennema, O.R. 1985. Food Chemistry. Second edition, Revised and expanded. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.
- Jayarman, K.S. 1988. In Food Preservation by Moisture Control. Edited by Seow, C.C., Teng, T.T. and Quah, C.H. p 175. Elsevier Applied Science, London and New York.
- John A. T. and Christian, J.H.B. 1978. Water Activity and Food. Academic press. London.
- Minolta Camera. Co.,Ltd. 1991. Chroma Meter CR-300/CR-310/CR-321/CR-331/CR-331C, Instruction Manual, Minolta Osaka 541, Japan.
- Reginald, H.W. 1991. The Chemistry and Technology of Pectin. Academic Press , San Diego.
- Walonick, D.S. 1987. Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapolis, MN.