ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่ค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ

นศภ. ศุจิรัตน์ ภู่เจริญ
นศภ. พิมพ์รภัส อริยกุศลสุทธิ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2549

LOW GLYCEMIC INDEXED BREAD SPREAD

MISS SUJIRAT PHUCHAROEN

MISS PIMRAPAT ARIYAKUSOLSUTTI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR

THE BACHELOR DEGREE OF SCIENCE IN PHARMACY

FACULTY OF PHARMACY

MAHIDOL UNIVERSITY

2006

โครงการพิเศษ
เรื่อง ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ

.....
(นางสาวศุจิรัตน์ ภู่เจริญ)

.....
(นางสาว พิมพ์รภัส อริยกุศลสุทธิ)

.....
(ผศ. วัลลา ตั้งรักษาสัตย์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รศ. วิมล ศรีศุข)
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ
ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ

ศุจิรัตน์ ภู่เจริญ , พิมพ์รภัส อริยกุศลสุทธิ
อาจารย์ที่ปรึกษา : วัลลา ตั้งรักษาสัตย์ , วิมล ศรีศุข
ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
คำสำคัญ : ค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ, ผลิตภัณฑ์ทาขนมปัง , 9-point Hedonic Scale

การบริโภคอาหารคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงทำให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและอินซูลินในเลือดสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งการบริโภคต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานจะเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังได้ เช่น โรคอ้วน , โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคเบาหวาน จึงได้มีแนวความคิดที่จะพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำขึ้น โดยทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปัง 3 สูตรตำรับคือ 1) ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล ประกอบด้วย แอปเปิ้ล, น้ำตาลทราย, ซอบิตอล, ฟรุกโตส และเพคติน ในปริมาณร้อยละ 25, 30, 36, 4 และ 5 โดยน้ำหนักตามลำดับ 2) ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากถั่วเหลือง ประกอบด้วย น้ำเต้าหู้, เนื้อถั่วเหลือง, isomalt, sodium alginate, นมผงขาดมันเนย และผงโกโก้ ในปริมาณร้อยละ 38.12, 14.29, 38.10, 0.76, 4.76 และ 3.82 โดยน้ำหนักตามลำดับ 3) ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน ประกอบด้วย ลูกพรุน, น้ำลูกพรุน, ครีมชีส, วิปปิ้งครีม, ซอบิตอล และ sodium alginate ในปริมาณร้อยละ 18.68, 6.23, 37.36, 12.21, 24.90 และ 0.62 โดยน้ำหนักตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ประเมิน คือ นักศึกษาและบุคลากรในคณะเภสัชศาสตร์ จำนวน 100 คน จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดย Analysis of Variance พบว่า สูตรผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ลได้รับความชอบเฉลี่ย 7.94 (“ชอบปานกลาง”ถึง”ชอบมาก”) สูงกว่าผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน ซึ่งได้รับความชอบเฉลี่ย 7.04 (“ชอบปานกลาง”ถึง”ชอบมาก”) และ 6.90 (“ชอบเล็กน้อย”ถึง”ชอบปานกลาง”) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

Abstract

Low glycemic indexed bread spread

Sujirat Phucharoen, Pimrapat Ariyakusolsutti

Project advisor : Walla Tungrugsasut, Vimol Srisukh

Department of Food Chemistry, Faculty of Pharmacy, Mahidol University

Keyword : Low glycemic index, Bread spread, 9-point Hedonic Scale

Consumptions of carbohydrate with high glycemic index and high glycemic loads produce substantial postprandial increases in blood glucose and insulin. Continued intake of high glycemic loaded meals associated with an increased risk of chronic diseases such as obesity, cardiovascular diseases and diabetes mellitus. This study aims to develop low glycemic indexed bread spread. Three formulae of bread spread were developed. Formula 1) apple jam consists of apple, sucrose, 70% sorbitol solution, fructose and pectin 25, 30, 36, 4 and 5 percentage by weight, respectively. 2) soy bean bread spread consists of soy milk, soy bean, isomalt, sodium alginate, skim milk and cocoa 38.12, 14.29, 38.10, 0.76, 4.76 and 3.82 percentage by weight, respectively. 3) prune and cream cheese bread spread consists of prune, prune juice, cream cheese, whipping cream, sorbitol and sodium alginate 18.68, 6.23, 37.36, 12.21, 24.90 and 0.62 percentage by weight, respectively. Sensory evaluations of the 3 bread spreads were carried out among 100 panelists, using 9-point Hedonic Scale method. According to analysis of variance, apple jam obtained mean score of 7.94 (“like moderately” to “like very much”) which was significantly higher than soy bean bread spread and prune and cream cheese bread spread which obtained mean scores of 7.04 (“like moderately” to “like very much”) and 6.90 (“like slightly” to “like moderately”) respectively ($p>0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมายได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ คือ ผศ.วัลลา ตั้งรักษาสัตย์ และ รศ. วิมล ศรีศุข ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าทดลองจนประสบผลสำเร็จ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากนักศึกษาและเจ้าหน้าที่คณะเภสัชศาสตร์ในการประเมินด้วยประสาทสัมผัส

จึงขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและให้คำปรึกษาแนะนำมา ณ โอกาสนี้

ศุจิรัตน์ ภู่เจริญ

พิมพ์รภัส อริยกุศลสุทธิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
สัญลักษณ์และคำย่อ	ช
บทนำ	1
ทบทวนวรรณกรรม	2
วิธีดำเนินการวิจัย	15
ผลการวิจัย	27
สรุปและวิจารณ์ผลงานวิจัย	32
ข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	40

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล	20
2	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้	20
3	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้	21
4	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้	21
5	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน	22
6	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน	22
7	แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน	23
8	ตารางค่าดัชนีน้ำตาลของวัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนา	27
9	การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมแอปเปิ้ลโดยใช้สารให้ความหวานชนิดต่างๆ	28
10	แสดงผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้สูตรต่างๆ	29
11	แสดงผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุนสูตรต่างๆ	30
12	ผลการประเมินความชอบ	31
13	รายละเอียดคะแนนจากการประเมินประสาทสัมผัส	41

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล	25
2	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้	25
3	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน	26

สัญลักษณ์และคำย่อ

%	=	ร้อยละ
%w/w	=	ร้อยละโดยน้ำหนัก
%w/v	=	ร้อยละโดยปริมาตร
$^{\circ}C$	=	องศาเซลเซียส
ชม.	=	ชั่วโมง
mg	=	มิลลิกรัม
kg	=	กิโลกรัม

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีความตระหนักถึงเรื่องสุขภาพมากขึ้น ซึ่งสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตก็เป็นอาหารอีกประเภทที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพเช่นกัน กล่าวคือการบริโภคอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง ส่งผลให้ระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งการรับประทานอาหารเหล่านี้เป็นประจำทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดและหัวใจ โรคอ้วน การเลือกรับประทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำจึงส่งผลดีต่อสุขภาพในการลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยในการพัฒนาสูตรตำรับในครั้งนี้

ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันที่ชีวิตมีความเร่งรีบมากขึ้น จึงมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคมากขึ้น แนวโน้มของอาหารจึงเป็นประเภทรีบด่วน (fast food) แนวโน้มการบริโภคจึงหันมารับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตสูงขึ้น ส่งผลถึงสุขภาพตามมา งานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำซึ่งมีแนวโน้มการรับประทานอย่างแพร่หลาย เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันโรค รวมถึงเสริมสร้างสุขภาพของผู้บริโภคให้ดีขึ้น

ทบทวนวรรณกรรม

ดัชนีน้ำตาล

ดัชนีน้ำตาล เป็นพื้นที่ใต้กราฟของการตอบสนองของระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดต่ออาหารที่ทำการทดสอบซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตปริมาณ 50 กรัม โดยแสดงเป็นร้อยละของการตอบสนองต่ออาหารอ้างอิงที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากันซึ่งทดสอบในอาสาสมัครเดียวกัน หรือเป็นการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือดในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากรับประทานอาหาร โดยแสดงเป็นร้อยละของการตอบสนองใน 2 ชั่วโมงเทียบกับกลูโคส อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลยิ่งสูง ระดับน้ำตาลในเลือดก็เพิ่มเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่า (1)

วิธีการหาค่าดัชนีน้ำตาลของอาหาร หาได้จากการทดลองโดยให้อาสาสมัครที่มีสุขภาพดีรับประทานคาร์โบไฮเดรตในปริมาณควบคุม จากนั้นทำการวัดระดับน้ำตาลในเลือดตามระยะเวลาที่กำหนด ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

- อาสาสมัครที่มีสุขภาพดีจำนวน 10 คนหรือมากกว่า ให้รับประทานอาหารที่ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 50 กรัม (คำนวณจากตารางสารประกอบในอาหาร)
- ในช่วงชั่วโมงแรกหลังกินจะทำการตรวจเลือดอาสาสมัครทุก 15 นาที และในช่วงชั่วโมงที่สองจะตรวจเลือดทุก 30 นาที โดยทำการวัดและบันทึกผลระดับน้ำตาลในเลือดในห้องทดลอง
- นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟแสดงระดับน้ำตาลในเลือดและคำนวณพื้นที่ใต้กราฟโดยคอมพิวเตอร์
- ทำการทดสอบอาหารอ้างอิง ซึ่งใช้กลูโคส 50 กรัม ทำเช่นเดียวกัน
- ปฏิกริยาตอบสนองต่ออาหารที่ทดสอบของอาสาสมัครจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับปฏิกริยาตอบสนองต่อกลูโคส 50 กรัม (ซึ่งเป็นอาหารอ้างอิง) โดยการนำพื้นที่ใต้กราฟของอาหารที่ทดสอบหารด้วยพื้นที่ใต้กราฟของอาหารอ้างอิง และคูณด้วย 100
- ค่าดัชนีน้ำตาลเฉลี่ยที่ได้จากอาสาสมัครจำนวน 10 คน จะใช้เป็นค่าดัชนีน้ำตาลของอาหารนั้น
- การใช้อาหารอ้างอิงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อช่วยลดผลกระทบของการแปรผันจากลักษณะทางกายภาพของอาสาสมัครแต่ละคน

กลูโคสมีค่าดัชนีน้ำตาล 100 ขณะที่อาหารคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ จะมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่า 100 (ยกเว้นมอลโทสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ประกอบด้วยกลูโคส 2 โมเลกุล) จะมีค่าเฉลี่ยที่ 105 อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับหรือต่ำกว่า 55 จัดเป็นอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ส่วน

ระดับ 56-69 จัดอยู่ขั้นปานกลาง และระดับเท่ากับหรือสูงกว่า 70 จัดอยู่ขั้นสูง นอกจากนี้ยังคิดค่าดัชนีน้ำตาลของอาหารมื้อนั้นทั้งหมดที่รับประทานเข้าไป เรียกว่า Glycemic load ซึ่งสามารถหาได้จาก ค่าดัชนีน้ำตาลคูณด้วยจำนวนกรัมของคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับในมื้อนั้น Glycemic load ที่มีค่าน้อยกว่า 80 จัดเป็นขั้นต่ำ และค่ามากกว่า 120 จัดเป็นขั้นสูง (2)

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่มีโอกาสหายน้อย วงการแพทย์แผนปัจจุบันยังไม่พบวิธีการที่จะทำให้ผู้ป่วยเบาหวานหายเป็นปกติแต่สามารถทำให้ผู้ป่วยดำรงชีวิตอยู่ได้โดยมีการใช้การรักษาเบาหวานประเภทที่ 2 แบบเข้มงวด พบว่าสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี และลดภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดขึ้นกับเส้นเลือดขนาดเล็ก การควบคุมอาหาร Medical nutrition therapy (MNT) และการออกกำลังกายเป็นส่วนที่สำคัญในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน จุดมุ่งหมายในการควบคุมอาหารคือ รักษาระดับน้ำตาลให้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด และเพื่อป้องกันโรคที่พบร่วมกับเบาหวาน ได้แก่ ไขมันในเลือดสูง และความดันโลหิตสูง โดยการใช้อาหารคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และ monounsaturated fatty acids ช่วยในการรักษาผู้ป่วย (3)

มีการอ้างว่าภาวะดื้อต่ออินซูลินเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งอาจจะเป็นความผิดปกติที่ระดับของเซลล์ไขมัน มีการรายงานผลเกี่ยวกับอาหารดัชนีน้ำตาลต่ำเปรียบเทียบกับดัชนีน้ำตาลสูงซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของอินซูลินและกลูโคส ทำการประเมินโดยใช้ oral glucose tolerance test (OGTT) และ insulin-stimulated glucose uptake ในเซลล์ไขมันที่ถูกแยกออกมาในกลุ่มผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดจำนวน 32 คน พบว่าพื้นที่ใต้กราฟของอินซูลินจาก OGTT ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจาก 4 สัปดาห์ ในกลุ่มที่รับประทานอาหารที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ แต่ไม่ลดลงในกลุ่มที่รับประทานอาหารดัชนีน้ำตาลสูง insulin-stimulated glucose uptake ในเซลล์ไขมันที่ถูกแยกออกมาเก็บไว้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่กินอาหารดัชนีน้ำตาลต่ำ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกรับประทานอาหารเพียงในระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ก็สามารถปรับปรุงความไวต่ออินซูลินในผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือดได้ (4)

อาหารคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงจะเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดและระดับอินซูลินอย่างรวดเร็ว ระดับน้ำตาลในเลือดจะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกันเป็นผลจากการที่อินซูลินถูกกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองที่รุนแรง ซึ่งการรับประทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จะเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังได้ เช่น โรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคเบาหวาน (5)

มีการศึกษาการประยุกต์ใช้ค่าดัชนีน้ำตาลของมื้ออาหารคาร์โบไฮเดรตก่อนการออกกำลังกาย การมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำลงทำให้เกิดอาการอ่อนแรงในคนที่ผ่านการออกกำลังกายอย่างหนักมา ซึ่งระดับน้ำตาลในเลือดน่าจะถูกควบคุมโดยมื้ออาหารคาร์โบไฮเดรตก่อนออกกำลังกาย มื้ออาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำอาจจะมีประโยชน์โดยการเป็นแหล่งของกลูโคสในเลือด

สำหรับระยะเวลาที่ยาวนาน โดยการศึกษานี้มีจุดประสงค์ที่จะเปรียบเทียบระดับน้ำตาลหลังรับประทานอาหาร ลักษณะทางกายภาพ และการแสดงการตอบสนองต่อมื้ออาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำและสูง จากการศึกษาพบว่าการแสดงออกหลังการออกกำลังกายน่าจะได้รับผลกระทบมาจากดัชนีน้ำตาลของมื้ออาหารก่อนออกกำลังกาย มื้ออาหารที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำเหนี่ยวนำให้ระดับอินซูลินในเลือดสูงขึ้นต่ำกว่าและยังรักษาระดับน้ำตาลในเลือดไว้ให้อยู่ในระดับสูงกว่าเมื่อสิ้นสุดชั่วโมงของการออกกำลังกายอย่างหนัก (6)

การศึกษาเพื่อดูผลของการควบคุมระดับน้ำตาลที่ดีขึ้นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะไขมันผิดปกติจากเบาหวานโดยเฉพาะความผิดปกติของขนาด low-density lipoprotein (LDL) ทำการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 33 คน พบว่าการควบคุมระดับน้ำตาลที่ดีขึ้นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ส่วนมากจะดีขึ้นในส่วนของภาวะความผิดปกติของไขมันจากเบาหวาน ผลคือ การควบคุมน้ำตาลดีขึ้น (ดูจากค่า HbA_{1c} ที่ลดลง) LDL ลดลง และ HDL เพิ่มขึ้นรวมทั้งการเพิ่มขึ้นของขนาดอนุภาคของ LDL ในผู้ทดลองที่มี LDL ฟีโนไทป์บี (7)

มีรายงานการเปรียบเทียบผลของการรับประทานอาหารแบบเม็กซิกัน (อาหารจำพวกตระกูลถั่ว และ tortillas ซึ่งเป็นแป้งข้าวโพดที่ไม่ได้ผสมเชื้อส่าให้ฟู ปั้นเป็นก้อนใหญ่ๆ กลมๆ บางๆ แล้วนำไปอบ ชาวแม็กซิกันใช้กินแทนขนมปัง ทั้งคู่เป็นอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ) ทำการทดลองแบบ controlled crossover design, randomized ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 8 คน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แบ่งเป็นอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง (ดัชนีน้ำตาล=72) มีใยอาหารต่ำ (30กรัม/วัน) หรืออีกกลุ่มที่เป็นอาหารที่มีดัชนีน้ำตาลปานกลาง (ดัชนีน้ำตาล=60) มีใยอาหารสูงกว่า (53กรัม/วัน) ทำการเปรียบเทียบข้อมูลทางชีวเคมี พบว่ามีผลทำให้โคเรสเตอรอลรวมและ LDL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า อาหารดัชนีน้ำตาลต่ำกับใยอาหารที่มากกว่า 23 กรัม/วัน ซึ่งเป็นลักษณะของอาหารแบบแม็กซิกัน จะช่วยทำให้ภาวะไขมันผิดปกติดีขึ้นในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (8)

อาหารดัชนีน้ำตาลต่ำมีประโยชน์กับการรักษาโรคเรื้อรัง จึงมีการศึกษาโดยให้อาหารเช้าที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ (มีคาร์โบไฮเดรตที่ดัชนีน้ำตาลต่ำ) และมีปริมาณของใยอาหารที่ละลายน้ำอยู่พอประมาณ เพื่อจะประเมินว่ามีผลกระทบต่อระดับไขมันในเลือดในมื้ออาหารกลางวัน และปรับปรุงการเผาผลาญของน้ำตาลและไขมันในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 13 คน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการกินอาหารเช้าดัชนีน้ำตาลต่ำเทียบกับอาหารเช้าดัชนีน้ำตาลสูง อาหารดัชนีน้ำตาลต่ำประกอบด้วยพวกขนมปังจากธัญพืชที่ยังไม่ได้ขัดสีและ muesli ที่มี (beta)-glucan 3 กรัมจากโอ๊ต อาหารเช้าดัชนีน้ำตาลต่ำทำให้ระดับสูงสุดของน้ำตาลในเลือดหลังรับประทานต่ำกว่าอาหารดัชนีน้ำตาลสูง สรุปได้ว่าการรับประทานอาหารเช้าดัชนีน้ำตาลต่ำซึ่งมี

ปริมาณของ (beta)-glucan 3 กรัม เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะทำให้มีการควบคุมระดับน้ำตาลที่ดีและทำให้ระดับโคเลสเตอรอลต่ำลงในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 การลดลงของระดับโคเลสเตอรอล และอาหารเข้าดัชนีน้ำตาลต่ำ จะลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (9)

ตาม American Diabetes Association ที่เน้นความสำคัญของการรับประทานอาหารเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดน้อย ในขณะที่เน้นการควบคุมโรคเบาหวานมากกว่า จึงมีการทำ cohort studies จำนวนมากซึ่งแสดงให้เห็นประโยชน์ของใยอาหารจากธัญพืชและอาหารคาร์โบไฮเดรตที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ ในการลดความเสี่ยงของทั้งโรคเบาหวานและโรคหัวใจและหลอดเลือด ผลจากใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากธัญพืชยังไม่มีการอธิบาย แต่ดัชนีน้ำตาลที่ต่ำอาจจะเป็นผลจากการค่อยๆ ดูดซึมคาร์โบไฮเดรตอย่างช้าๆ การเพิ่มความถี่ของมื้ออาหารเป็นรูปแบบของการลดอัตราการดูดซึมคาร์โบไฮเดรตซึ่งแสดงให้เห็นว่าลดกลูโคสตลอดทั้งวัน และลดระดับอินซูลินในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และลดไขมันในเลือดในผู้ที่ไม่ได้เป็นเบาหวาน ดังนั้นอาหารที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำและอาหารที่มีใยอาหารจากธัญพืชสูง จึงมีบทบาทในการป้องกันและรักษาโรคเบาหวานทั้งไขมันบริโภคและคาร์โบไฮเดรตจากธรรมชาติ จึงถูกพิจารณาว่าเป็นปัจจัยที่สามารถปรับปรุงได้ควบคู่กับการควบคุมน้ำหนักและการออกกำลังกายซึ่งจะมีบทบาทในการป้องกันและรักษาโรคเบาหวานและโรคหัวใจและหลอดเลือด (10)

ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* Merr. และมีชื่อพ้องว่า *G.Hispida Maxim* จัดเป็นพืชในวง Fabaceae ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 16

ถั่วเหลืองถูกนำมาใช้เป็นอาหารและยาโดยคนเอเชียมาเป็นเวลานานแล้ว สามารถหาได้ง่ายภายในประเทศ ถั่วเหลืองถูกนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารหลายรูปแบบ เช่น miso, เต้าหู้, นมถั่วเหลือง, โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแป้งถั่วเหลือง เป็นต้น จากการศึกษาเกี่ยวกับสุขภาพของผู้ที่รับประทานถั่วเหลืองเป็นประจำกับการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่จะป้องกันและรักษาโรคเรื้อรังต่างๆ โรคมะเร็ง, โรคหัวใจ, โรคกระดูกพรุน, โรคไต (11) และถั่วเหลืองมีสารซึ่งสามารถป้องกันและรักษาภาวะ menopause

1. ผลของถั่วเหลืองต่อโรคมะเร็งชนิดต่าง ๆ

จากการรวบรวมข้อมูลและหาความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานอาหารประเภทถั่วเหลืองกับความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง พบว่าประชากรที่บริโภคอาหารประเภทถั่วเหลืองหรือผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นหลักจะมีโอกาสเป็นโรคมะเร็งน้อยกว่าประชากรที่รับประทานอาหาร

ประเภทเนื้อสัตว์เป็นหลัก(13,14) ทำให้มีการศึกษาทดลองผลของโปรตีนจากถั่วเหลืองต่อการป้องกันและยับยั้งมะเร็งชนิดต่างๆดังนี้

1.1 ผลต่อโรคมะเร็งที่มีความสัมพันธ์กับฮอร์โมนเพศ

การทดลองให้โปรตีนจากถั่วเหลืองหรือโปรตีน casein จากนมกับหนูขาวซึ่งถูกเหนี่ยวนำด้วย N-methylnitrosourea หรือ 7,12-dimethylbenz [a] anthracene ให้หนูตัวเมียเป็นมะเร็งเต้านมและหนูตัวผู้เป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก พบว่ามะเร็งจากถั่วเหลืองสามารถป้องกันและลดการเกิดมะเร็งเต้านมในหนูตัวเมีย และมะเร็งต่อมลูกหมากในหนูตัวผู้ เมื่อเทียบกับหนูขาวที่ได้รับ casein (13,14) ในหนูที่ตัดมะเร็งเต้านมออกแล้ว การให้โปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถยับยั้งการเจริญของเนื้องอกใหม่ และทำให้การกลับมาเป็นมะเร็งใหม่ช้ากว่าหนูที่ได้รับ casein นอกจากนี้การทดลองในหนูขาวที่เหนี่วยนำให้เกิดมะเร็งเต้านม ด้วยรังสี x-ray ก็สามารถยับยั้งได้โดยการป้อนถั่วเหลืองดิบในขณะที่ casein และอาหารหนู Purina ไม่มีผล(15)

1.2 ผลต่อโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

การทดสอบผลของโปรตีนจากถั่วเหลือง , genistein (16,17) และ phytate (18) เปรียบเทียบกับ casein ในหนูที่เหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ด้วย dimethylhydrazine หรือ azoxymethane พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลือง genistein และ phytate สามารถป้องกันและลดการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ (16,17) และลดจำนวน aberrant crypts ซึ่งเป็นลักษณะมะเร็งลำไส้ใหญ่ (16,17,18) แต่ Reddy และคณะ(19) , Clinton และคณะ (20) พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองและโปรตีนจากเนื้อวัวไม่มีผลต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ของหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นมะเร็งด้วย dimethylhydrazine และยังมีผู้พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองทำให้เยื่อบุลำไส้ใหญ่เกิดการแบ่งตัวและถูกทำลาย (21) อย่างไรก็ตามมีรายงานโต้แย้งการทดลองที่ไม่ได้ผลว่าอาจเนื่องจากการให้อาหารในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมหรือสูญเสียสารสำคัญไประหว่างการเตรียมโปรตีนจากถั่วเหลือง(13,16)

สำหรับการทดลองทางคลินิก ได้เริ่มมีการทดสอบในผู้ที่ตรวจพบว่าเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยให้ผู้ป่วยรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ casein เพื่อดูว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองจะลดการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้หรือไม่ แต่ยังไม่มีการสรุปผล (22)

1.3 ผลต่อโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร

จากการศึกษาผลของ genistein ต่อการเจริญของ HGC-27 cells ซึ่งได้มาจากมะเร็งกระเพาะอาหารของคน พบว่า genistein สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ดังกล่าวได้เกือบสมบูรณ์ใน cell cycle progression ที่ G2-M (23)

2. **ผลการลด** Cholesterol

สำหรับการศึกษาในสัตว์ทดลอง พบว่าโปรตีนจากพืชโดยเฉพาะ soy protein เป็นส่วนใหญ่ จะลดระดับ cholesterol ในเลือดโดยเฉพาะชนิดที่มีสาเหตุมาจากอาหาร (เช่น การรับประทาน cholesterol สูง การรับประทานอาหารกึ่งสังเคราะห์ เป็นต้น) (24,25)

สำหรับการศึกษาทางคลินิกพบว่า

2.1 กลุ่มผู้ใหญ่

เมื่อให้ soy protein แทนที่โปรตีนจากสัตว์บางส่วนหรือทั้งหมด หรือให้ร่วมกับ low-lipid high-P:S diet เป็นต้น พบว่าสามารถลดระดับ total cholesterol ได้ทั้งในคนที่มีระดับ cholesterol ปกติ (ลดลง 12%) (26) ใน type II hypercholesterolemia (ลดลง 18-16%) (27) และในคนที่มีระดับ cholesterol สูง (ลดลง 20-25%) (28,29) ส่วนระดับ LDL cholesterol จะลดลง 22-25% แต่ไม่สามารถลดระดับ triglyceride ได้ (28) ทั้งนี้โดยที่ระดับ HDL cholesterol ไม่เปลี่ยนแปลง(29) อย่างไรก็ดีมีการศึกษาหลายฉบับซึ่งไม่ได้ผลอาจจะเนื่องจากปริมาณโปรตีนที่ต่ำเกินไป หรือคัดเลือกอาสาสมัครในการศึกษาไม่รัดกุมพอ (30) ขนาดของ soy protein ที่มีรายงานว่าใช้ได้ผลคือ soy protein isolate 50 กรัม/วัน ให้ผลลด total และ LDL cholesterol ส่วนขนาด 25 กรัม/วัน ใช้ได้เฉพาะในคนที่มีปริมาณ cholesterol เริ่มต้นสูงกว่า 220 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เท่านั้น ส่วน soy fiber ไม่ให้ผลนี้ (31)

2.2 กลุ่มเด็ก

ในการศึกษาในเด็กซึ่งมีระดับ cholesterol สูง ทั้งแบบปกติและที่เนื่องมาจากโรคไต พบว่าในเด็กก่อนวัยรุ่น 18 คน เมื่อให้ soybean-protein diet สามารถลดระดับ cholesterol ได้มากกว่า 25% (32) นอกจากนี้การศึกษาในเด็กอายุระหว่าง 4-14 ปี 10 คน ซึ่งมี cholesterol สูงมากกว่า 95th percentile โดยมีค่า total cholesterol 275$\pm$34 มิลลิกรัม/เดซิลิตร พบว่าในเด็กก่อนวัยรุ่น 18 คน เมื่อให้น้ำผลไม้ผสม soy protein (0.8-1.2 กรัม/กิโลกรัม/วัน) ร่วมไปกับ cholesterol-lowering diet สามารถลดระดับ triglyceride (107 $\pm$ 24 มิลลิกรัม/เดซิลิตร) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (144 $\pm$ 50 มิลลิกรัม/เดซิลิตร; $P<0.05$) ส่วน LDL หรือ HDL cholesterol ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (33)

สมมติฐานที่ตั้งเกี่ยวกับกลไกการออกฤทธิ์ลด cholesterol มีดังนี้

- ส่งเสริมการกำจัดน้ำดีทางอุจจาระโดยที่ cholesterol biosynthesis เพิ่มขึ้น รวมทั้ง activity ของ LDL receptor ด้วย ผลก็คือมีการกำจัด cholesterol ออกจากเลือดทาง LDL receptor ทำให้ cholesterol ในเลือดลดลง (34)
- เพิ่มการ metabolize cholesterol ที่ตับ ทั้งนี้โดยการเพิ่มการทำงานของ 3-hydroxy-3-methyl glutaryl coenzyme A (HMG Co A) reductase และ

apoprotein B และ E receptor และลดการทำงานของ 7α-hydroxylase (35,36)

- เพิ่มการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ พบว่าการศึกษาในสัตว์ทดลอง soy protein มีผลในการเพิ่มฮอร์โมนต่างๆ เช่น thyroxine , free thyroxine index และในบางกรณีเพิ่ม thyroid-stimulating hormone ด้วย แต่ไม่มีผลต่อ triiodo-thyronine (37) และทำให้อัตราส่วนระหว่าง insulin:glucagon ลดลง (38,39)

3. ผลการป้องกันและ/หรือบำบัด atherosclerosis

พบว่า soy protein ยังมีผลในการป้องกันหรือบำบัด atherosclerosis จากการศึกษาทางคลินิกในผู้ป่วย cerebral thrombosis เปรียบเทียบกับคนปกติ พบว่าการให้รับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง (soycream) ร่วมไปด้วยทุกวันนาน 6 เดือน จะมีผลในการ suppress lipoprotein peroxidation และลด cholesterol ผลก็คือ peroxidized LDL ต่ำลง ใช้ประโยชน์ในการป้องกันหรือบำบัด atherosclerosis (40) นอกจากนี้การที่พบว่า genistein มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิด thrombin และ platelet activation in vitro ดังนั้น genistein อาจจะลดการ deposit และการเกาะกลุ่มของ platelet ที่บริเวณที่มี lesion ในเส้นเลือดซึ่งมีการก่อตัวของ atherosclerosis (41) โดยมีรายงานว่าการยับยั้ง platelet activation โดย genistein นั้นเป็นผลเนื่องมาจาก antagonism ของ thromboxan receptor (42)

สารสำคัญอีกตัวที่น่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องคือ phytic acid เนื่องจากสามารถจับกับธาตุเหล็กในทางเดินอาหาร ลดการดูดซึมของเหล็กซึ่งอาจจะเป็นการ suppress oxidative damage ต่อไขมันและโปรตีนในเลือด ซึ่งจะเป็นการลดการก่อให้เกิด atherosclerotic lesion (43)

4. ผลต่อภาวะ menopause

4.1 ป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุน โดยมีกลไกดังนี้

4.1.1 เพิ่มการดูดซึมแคลเซียมในลำไส้เล็ก

ทดลองในหนูที่ถูกตัดรังไข่ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับเปปไทด์ มวลโมเลกุลใหญ่ กลุ่มที่ได้รับโปรตีนที่เตรียมได้จากนมถั่วเหลือง กลุ่มที่ได้รับนมถั่วเหลืองพบว่ามีความหนาแน่นของมวลกระดูกและการดูดซึมแคลเซียมในลำไส้เล็กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อเทียบกับลุ่มที่ไม่ได้รับโปรตีนจากถั่วเหลือง (44,45)

4.1.2 เพิ่มการสร้างเนื้อกระดูก

ศึกษาในหญิงชาวจีนวัยหมดประจำเดือน อายุระหว่าง 48-62 ปี จำนวน 203 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ได้รับยาหลอก (แป้ง 1 กก. ; n=67) กลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากถั่วเหลือง (แป้ง 0.5 กก. และสารสกัดถั่วเหลือง 0.5 กก. มี isoflavone ประมาณ 40 มก. ; n=68) ทุกวันพร้อมกับได้รับแคลเซียมขนาด 12.5 มิลลิโมล (500มก.) และวิตามินดี

125 IU นาน 1 ปี ทำการวัดความหนาแน่นของกระดูกและแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของกระดูก ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดถั่วเหลืองขนาด 1 กก. มีค่าความหนาแน่นของกระดูกสะโพกและต้นขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอกหรือกลุ่มที่ได้รับสารสกัดถั่วเหลืองขนาด 0.5 กก. (46)

4.1.3 ยับยั้งการสลายเนื้อกระดูก

การศึกษาในหนูขาวพบ genistein ขนาด 1 มิลลิกรัม/วัน มีฤทธิ์เทียบเท่ากับ premarin ขนาด 5 ไมโครกรัม/วัน ในการป้องกันไม่ให้ความหนาแน่นของกระดูกลดลงในหนูที่ได้รับการตัดรังไข่ (47)

ข้อพึงระวังในการรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

1. การขาดเกลือแร่

จากการศึกษาต่างๆ พบว่าการรับประทานอาหารซึ่งประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นหลักและเป็นชนิดที่มีปริมาณ phytic acid สูง อาจจะทำให้เกิดการขาดเกลือแร่ขึ้นได้ ทั้งนี้รวมไปถึงโรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็กด้วย เนื่องจาก phytic acid สามารถจับกับโลหะทั้งชนิด divalent และ trivalent คือ เหล็ก แคลเซียม สังกะสี และแมกนีเซียม มีผลทำให้การดูดซึมของแร่ธาตุเหล่านี้ลดลง (48) ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในคนซึ่งมีความเสี่ยงในการเกิดการขาดเกลือแร่เหล่านี้อยู่แล้ว

จากการศึกษาในหนู rat พบว่าการให้ soybean isolated ที่มีระดับ phytic acid ต่ำจะช่วยให้ bioavailability ของสังกะสีดีขึ้น ($P<0.01$) กว่า เมื่อให้ soybean isolated ที่มี phytic acid ปริมาณปกติ (49)

2. การแพ้ soy protein

การรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองรวมถึง soy protein isolates ควรจะระมัดระวังอาการแพ้ในคนนั้นๆ เนื่องจากถั่วเหลืองจัดเป็นอาหารชนิดหนึ่งในจำนวน 6 ชนิด ที่พบบ่อยว่าก่อให้เกิดอาการแพ้ในเด็ก การให้ความร้อนกับ soy protein ไม่มีผลเปลี่ยนแปลงการก่อให้เกิดการแพ้ แต่การใช้เอนไซม์อาจจะช่วยให้ลดการเกิดการแพ้ได้บ้างแต่ไม่มาก (50) อาการแพ้ที่เกิดขึ้น เช่น อาการหอบหืด เป็นต้น หรืออาจรุนแรงกว่านี้ได้

ลูกพรุน

ลูกพรุน (Prune) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Prunus domestica* วงศ์ Rosaceae ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 15 (2)

การเพิ่มขึ้นของระดับโคเลสเตอรอลในหญิงปกติหรือหญิงวัยหมดประจำเดือน มีความสัมพันธ์กับการขาดฮอร์โมนจากรังไข่ การศึกษาทำเพื่อจุดประสงค์ที่จะดูประสิทธิภาพของพรุนอันเป็นแหล่งของใยอาหารและ phytochemicals ที่ดี ที่จะมีผลลดโคเลสเตอรอลในหนูที่ทำการตัดรังไข่ออก หนูเพศเมียอายุ 90 วัน จำนวน 48 ตัว ถูกสุ่มแยกออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้ shamoperated+อาหารควบคุม, หนูที่ตัดรังไข่ออก+อาหารควบคุม, หนูที่ตัดรังไข่ออก+พรุนปริมาณต่ำ 5% และ หนูที่ตัดรังไข่ออก+พรุนปริมาณสูง 25% หลังจาก 45 วันแล้วพบว่ากลุ่มหนูที่ถูกตัดรังไข่ออกมีโคเลสเตอรอลรวมในเลือดสูงขึ้น 22% เมื่อเทียบกับ sham และกลุ่มที่ได้รับพรุนปริมาณสูงจะป้องกันการเพิ่มของโคเลสเตอรอลได้โดยไม่มีผลกับ HDL หนูที่ได้พรุนปริมาณสูงมีไขมันรวมในตับลดลง 13% เทียบกับในกลุ่มหนูที่ตัดรังไข่ออก การศึกษานี้แสดงว่าพรุนมีคุณสมบัติทำให้โคเลสเตอรอลลดลงในกลุ่มที่ขาดฮอร์โมนจากรังไข่ เป็นประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มสูงขึ้นหลังวัยหมดประจำเดือนที่ไม่ได้รับเอสโตรเจนทดแทน (51)

ปริมาณคุณค่าสารอาหารของลูกพรุนในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ให้พลังงาน 64 แคลอรี, น้ำ 82.0 กรัม, ไขมัน 0.2 กรัม, โปรตีน 0.8 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 16.5 กรัม, ใยอาหาร 0.5 กรัม (52)

แอปเปิ้ลเขียว

แอปเปิ้ลเขียว (Apple,green) ชื่อวิทยาศาสตร์ Pyrus malus วงศ์ Rosaceae ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 29 (2)

รายงานผลจากการดื่มน้ำแอปเปิ้ลแบบไม่กรองกากออกพบว่ามีผลต่อระดับโคเลสเตอรอลในเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือระดับโคเลสเตอรอลรวมลดลง 10% จากระดับมาตรฐาน หลังจากดื่มน้ำแอปเปิ้ล LDL ลดลง 14% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลของ triglyceride พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (51)

มีรายงานการทดลองเพื่อดูปริมาณของ flavonoid ในอาหารอเมริกัน ปริมาณเฉลี่ยที่แต่ละคนได้รับ และแหล่งที่ได้มาหลักๆ โดยทำการศึกษาในชายชาวอเมริกันจำนวน 37,886 คน และหญิงจำนวน 78,886 คน ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณ flavonol และ flavone ที่รับประทาน

เฉลี่ยแล้วประมาณ 20-22 มก/วัน โดยหัวหอม ชา และแอปเปิ้ล พบว่ามีปริมาณของ flavonols และ flavones สูงสุด ซึ่งทั้งคู่เป็นชนิดย่อยของกลุ่ม flavonoids อันมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด (53)

ปริมาณคุณค่าสารอาหารของแอปเปิ้ลในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม และสารอาหารที่มีประโยชน์ให้พลังงาน 56 แคลอรี, น้ำ 84.3 กรัม, ไขมัน 0.1 กรัม, โปรตีน 0.6 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 14.8 กรัม, ใยอาหาร 0.7 กรัม, แคลเซียม 10 มิลลิกรัม, ฟอสฟอรัส 4 มิลลิกรัม, เหล็ก 0.1 มิลลิกรัม, วิตามินเอ, บี1,บี2, ไนอาซิน และวิตามินซี (52)

Isomalt

Isomalt [6-O-alpha-D-glucopyranosido-D-sorbitol (1,6-GPS) and 1-O-alpha-D-glucopyranosido-D-mannitol-dihydrate (1,1-GPM-dihydrate)] เป็นสารที่ใช้ทดแทนความหวานซึ่งดัดแปลงมาจากน้ำตาลซูโครส กระบวนการผลิตประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 : นำ saccharose มาใช้เป็นเอ็นไซม์ซึ่งเปลี่ยน sucrose ไปเป็น isomaltulose เรียกว่า Enzymatic rearrangement ขั้นตอนที่ 2 : นำ isomaltulose มาเติมไฮโดรเจนก็จะได้เป็น isomalt เรียกว่า Catalytic hydrogenation

Isomalt เป็นสารที่ไม่มีกลิ่น, มีสีขาว, ให้รสหวานเหมือนน้ำตาล หวานเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครส เป็นผลึกที่มีน้ำอยู่ 5% จุดหลอมเหลว 145-150 ซ มีขนาดอนุภาคที่หลากหลายตั้งแต่รูปแกรนูลจนถึงเป็นผง ซึ่งการนำไปใช้เราสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสม isomalt ดูดความชื้นน้อยกว่าสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลชนิดอื่น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวสูง มีค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 2 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ เนื่องจากมีโครงสร้างที่เป็นพันธะโมเลกุลที่มีความเสถียร isomalt ถูกเผาผลาญอย่างช้าๆ ในร่างกายและถูกย่อยสลายอย่างไม่สมบูรณ์ ในลำไส้เล็กจะทำให้เกิดกระบวนการหมักอยู่ในส่วนของลำไส้ใหญ่ ด้วยเหตุผลนี้จึงสามารถอธิบายได้ว่า isomalt ให้พลังงานต่ำเพียงแค่ 2 kcal/g นอกจากนี้ isomalt ยังช่วยให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย เหมาะกับผู้ป่วยเบาหวานและการป้องกันฟันผุ การรับประทานในปริมาณมากอาจจะทำให้เกิดอาการท้องอืด และมีผลให้เกิดการระบายได้ (54,55)

Sorbitol

Sorbitol มีสูตรโครงสร้าง $C_6H_{14}O_6$ เรียกอีกชื่อหนึ่งคือ glucitol เป็นสารประเภท sugar alcohol เกิดจากปฏิกริยา hydrogenation ของกลูโคสโดยเปลี่ยน aldehyde group ไปเป็น hydroxyl group

Sorbitol เป็นสารไม่มีกลิ่น สีขาว หวานเป็น 0.6 เท่า ของน้ำตาลซูโครส ใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหาร เครื่องดื่มหลายชนิด พบตามธรรมชาติในผลไม้ชนิดเมล็ดแข็ง เช่น ลูกพีช ให้พลังงานเพียง 2.6 แคลอรี (11 kJ) ต่อกรัม ร่างกายสามารถย่อย sorbitol ได้ในปริมาณเล็กน้อย การบริโภค sorbitol ในปริมาณมากเกินไปก่อให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องอืด และท้องเสียได้ (56)

Fructose

Fructose จัดเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว พบในน้ำผึ้ง ผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ มันฝรั่ง ไชเท้า หอมใหญ่ Fructose ได้จากการย่อยซูโครส จัดเป็นน้ำตาลที่หวานที่สุดในธรรมชาติ มีความหวานเป็น 2 เท่าของน้ำตาลซูโครส

เนื่องจากมีค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 23 ซึ่งจัดว่ามีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำจึงเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวาน แต่ fructose ถูกดูดซึมได้น้อยมาก ดังนั้นการบริโภคในปริมาณมากก่อให้เกิดอาการท้องอืดและท้องเสียได้ (57)

Pectin

Pectin คือ methyl ester ของ polygalacturonic acid หลังจาก hydrolysed ด้วยด่างจะได้ pectin acid (polygalacturonic acid) และ methyl alcohol

Pectin เป็น polysaccharide ชนิดหนึ่ง

Pectin มาจากภาษากรีก แปลว่า solidify หรือ congeal คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของ pectin คือ เป็น reversible colloid เมื่อนำมาละลายน้ำ ตกตะกอนทำให้แห้งแล้วนำมาละลายน้ำใหม่ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ยังคงเดิม

ตามธรรมชาติ pectin จะอยู่ในรูป protopectin ซึ่งไม่ละลายน้ำ มีอยู่ในพวกผลไม้เป็นส่วนใหญ่ โดยขบวนการ ripening หรือ hydrolysis ด้วยสารอื่นๆ protopectin (pectose) จะเปลี่ยนเป็น pectin ซึ่งละลายน้ำได้

คุณสมบัติในการ form gel ของ pectin ขึ้นอยู่กับระดับของการ esterified ตามทฤษฎี เปอร์เซ็นสูงสุดของ methoxyl group จะมีได้ 16% แต่พบจริงๆ ในธรรมชาติเพียง 14% เท่านั้น pectin แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) Low methoxyl pectin (LMP)
2) High methoxyl pectin (HMP) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ
    2.1 Rapid set
    2.2 Slow set

Sodium alginate

Sodium alginate เป็นเกลือ Na ของ alginic acid สกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาลและ neutralized sodium bicarbonate สามารถนำไปใช้เป็น Stabilizing agent, suspending agent, viscosity increasing agent แต่ในที่นี้เราต้องการคุณสมบัติ viscosity increasing agent เป็นหลักเนื่องจาก spread ที่ทำจากถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวจะมีความหนืดไม่เพียงพอที่จะ spread ไปบนขนมปังและยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากขึ้น นอกจากนี้ยังไม่เปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก Sodium alginate ไม่มีกลิ่นและรส ส่วนสีนั้นเป็นสีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาล

Sodium alginate ละลายได้อย่างช้าๆในน้ำ ให้สารละลายที่ข้นเหนียวแต่จะเกิด salting out ถ้ามีความเข้มข้นของ NaCl มากกว่า 4%

Sodium alginate มีการใช้อย่างแพร่หลายทั้งทางเครื่องสำอาง อาหารและในตำรับยา โดยทั่วไปแล้ว Sodium alginate ไม่มีพิษและไม่ระคายเคือง แต่หากรับประทานมากจนเกินไปก็อาจทำให้เกิดผลเสียได้

WHO กำหนดปริมาณเฉลี่ยที่บริโภคได้ของ alginate salt และ alginic acid สำหรับเป็นส่วนประกอบในอาหารให้มีปริมาณไม่เกิน 25 mg/kg body weight (59)

วัสดุและวิธีการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. Analytical balance (Sartorius , Germany)
2. Two-panned balance (Ohaus , USA.)
3. Hot plate
4. Beaker
5. Cylinder
6. Spatula
7. Stirring rod
8. Bowl
9. มีด
10. เขียง
11. จาน
12. Dropper
13. pH indicator
14. เครื่องปั่นเอนกประสงค์
15. เครื่องเตรียมอาหารเอนกประสงค์

วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1. Purified water
2. แอปเปิ้ลเขียว
3. น้ำตาลทราย
4. ถั่วเหลือง
5. นมผงขาดมันเนย
6. ผงโกโก้
7. ครีมชีส
8. วิปปิ้งครีม
9. ลูกพรุน
10. น้ำลูกพรุน

11. Isomalt
12. Sorbitol
13. Fructose
14. Pectin
15. Sodium alginate
16. 70% sorbitol solution
17. 90% citric acid solution

วิธีการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปัง แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆได้ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับค่าดัชนีน้ำตาล
2. คัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ
3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ
4. การประเมินด้วยประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic Scale และแปลผลการประเมินโดยวิธี Analysis of Variance

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับค่าดัชนีน้ำตาล

ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับค่าดัชนีน้ำตาลในด้านคำจำกัดความ, วิธีการหาค่าดัชนีน้ำตาล, ประโยชน์การนำค่าดัชนีน้ำตาลไปประยุกต์ใช้ และเกณฑ์การจัดช่วงค่าดัชนีน้ำตาล เพื่อใช้เป็นความรู้ขั้นพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ

ทำการศึกษาข้อมูลของวัตถุดิบที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และคัดเลือกวัตถุดิบโดยคำนึงถึงค่าดัชนีน้ำตาล ความเหมาะสมของลักษณะวัตถุดิบที่จะนำมาใช้กำหนดรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาขึ้น

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ

สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

3.1 การเตรียมวัตถุดิบเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์

3.1.1 การเตรียมแอปเปิ้ล

- นำแอปเปิ้ลเขียวขนาดเล็กจำนวน 10 ผล มาล้างให้สะอาด ปอกเปลือก จากนั้นหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ

3.1.2 การเตรียมถั่วเหลือง

- เลือกใช้ถั่วเหลืองที่ไม่มีการขัดสีและกะเทาะเปลือกออก และมีการคัดเลือกเอาเมล็ดที่มีเชื้อราหรือเมล็ดที่มีสีผิดปกติออกไป
- แช่เมล็ดถั่วเหลืองในน้ำร้อนโดยใช้น้ำร้อนประมาณ 3 เท่าของน้ำหนักถั่วเหลือง แช่ทิ้งไว้ 8 ชม.
- โม่ถั่วเหลืองที่absorb น้ำเต็มที่โดยใช้เครื่องเตรียมอาหารเอนกประสงค์โดยขั้นตอนนี้ต้องใช้น้ำช่วยในการโม่

3.1.3 การเตรียมลูกพรุน

- นำเนื้อลูกพรุนและน้ำลูกพรุนปั่นผสมให้เข้ากันในอัตราส่วน 1:3

3.2 การทำสูตรพื้นฐาน

3.2.1 ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

วิธีทำ

1. ผสม pectin กับน้ำตาลให้เข้ากัน โปรยลงในน้ำต้มที่อุณหภูมิ 100°c คนจนกระทั่งละลายหมด
2. เติมสารให้ความหวาน และต้มต่อจนกระทั่งเดือด
3. เติมเนื้อแอปเปิ้ลที่เตรียมไว้ ให้ความร้อนต่อจนเนื้อแอปเปิ้ลนิ่มลง
4. เติม 90% w/v citric acid solution ลงไปจนได้ pH ต่ำกว่า 4.5
5. นำแยมที่ได้บรรจุในภาชนะขวดแก้วปากกว้าง

3.2.3 ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

วิธีทำ

1. นำถั่วเหลืองโม่กับน้ำเต้าหู้มาให้ความร้อนจนสุก บน hot plate ที่เวลา 20 นาที
2. ผสมสารให้ความหวานกับsodium alginate และ disperse ในถั่วเหลืองต้มสุก
3. ใส่เกลือ,นมผงขาดมันเนย,ผงโกโก้ ตามลำดับ คนให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

3.2.3 ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน

วิธีทำ

1. นำสารให้ความหวานผสมกับSodium alginate ที่ชั่งไว้กระจายในวิปปิ้งครีมที่ heat บน waterbath
2. นำลูกพรุนที่ปั่นเตรียมไว้และวิปปิ้งครีมที่ผสมสารให้ความหวานตีให้เข้ากับครีมชีสจนเป็นเนื้อเนียนเข้ากัน
3. บรรจุลงในภาชนะเก็บในตู้เย็น

3.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำโดยใช้สารให้ความหวานชนิดต่าง ๆ

3.3.1 การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

ทำการทดลองหาปริมาณน้ำตาลและสารให้ความหวาน โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ตามวิธีทำสูตรพื้นฐานให้ปริมาณสารให้ความหวานมีอัตราส่วน 50, 60, 70, 80% w/w ตามลำดับ เพื่อคัดเลือกตำรับที่มีคุณสมบัติที่ดี นำไปใช้ในการประเมินทางประสาทสัมผัสต่อไป โดยได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนสารให้ความหวาน 70%w/w เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ยังสามารถให้ความหวานที่ดีและลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ลภายนอกที่ได้เหมาะสม หลังจากได้อัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำการทดลองใช้สารให้ความหวาน 4 ชนิด ได้แก่ 70% sorbitol solution, aspartame, fructose และ maltitol ดังตารางที่ 1

3.3.2 การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

ทำการทดลองโดยคัดเลือกสารให้ความหวานที่ให้ความหวานคล้ายน้ำตาลไม่มีรสขมและไม่มีกลิ่นและไม่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเหลวเพิ่มขึ้นจึงคัดเลือกสารให้ความหวานที่อัตราส่วนต่างดังต่อไปนี้

- ISOMALT 20,25,30,35,40 %w/w
- FRUCTOSE 20,25,30,35,40 %w/w
- SORBITOL POWDER 20,25,30,35,40 %w/w

ดังรายละเอียดในตารางที่ 2,3,4

3.3.3 การพัฒนาสูตรตำรับผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน

ทำการทดลองโดยคัดเลือกสารให้ความหวานที่ให้ความหวานคล้ายน้ำตาลไม่มีรสขมและไม่มีกลิ่นและไม่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเหลวเพิ่มขึ้นจึงคัดเลือกสารให้ความหวานที่อัตราส่วนต่างดังต่อไปนี้

- ISOMALT 20,25,30,35,40 %w/w
- FRUCTOSE 20,25,30,35,40 %w/w
- SORBITOL POWDER 20,25,30,35,40 %w/w

ดังรายละเอียดในตารางที่ 5,6,7

ตารางที่ 1 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	A1	A2	A3	A4
แอปเปิ้ล	25	25	25	25
น้ำตาลทราย	30	30	30	30
Sorbitol (70% solution)	40	39.98	36	-
Aspartame	-	0.02	-	-
Fructose	-	-	4	-
Maltitol	-	-	-	40
Pectin	5	5	5	5

ตารางที่ 2 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	B1	B2	B3	B4	B5
น้ำเต้าหู้	54.73	51.06	47.43	38.12	36.48
เนื้อถั่วเหลือง	20.27	18.91	17.57	14.29	13.51
Sodium alginate	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
นมผงขาดมันเนย	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76
โกโก้	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82
เกลือ	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Isomalt	20	25	30	35	40

ตารางที่ 3 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	B6	B7	B8	B9	B10
น้ำเต้าหู้	54.73	51.06	47.43	38.12	36.48
เนื้อถั่วเหลือง	20.27	18.91	17.57	14.29	13.51
Sodium alginate	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
นมผงขาดมันเนย	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76
โกโก้	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82
เกลือ	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Fructose	20	25	30	35	40

ตารางที่ 4 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	B11	B12	B13	B14	B15
น้ำเต้าหู้	54.73	51.06	47.43	38.12	36.48
เนื้อถั่วเหลือง	20.27	18.91	17.57	14.29	13.51
Sodium alginate	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
นมผงขาดมันเนย	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76
โกโก้	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82
เกลือ	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sorbitol powder	20	25	30	35	40

ตารางที่ 5 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	C1	C2	C3	C4	C5
ครีมชีส	42.35	37.35	32.35	27.35	22.35
วิปปิ้งครีม	12.21	12.21	12.21	12.21	12.21
ลูกพรุน	18.68	18.68	18.68	18.68	18.68
น้ำลูกพรุน	6.22	6.22	6.22	6.22	6.22
Sodium alginate	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Isomalt	20	25	30	35	40

ตารางที่ 6 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	C6	C7	C8	C9	C10
ครีมชีส	42.35	37.35	32.35	27.35	22.35
วิปปิ้งครีม	12.21	12.21	12.21	12.21	12.21
ลูกพรุน	18.68	18.68	18.68	18.68	18.68
น้ำลูกพรุน	6.22	6.22	6.22	6.22	6.22
Sodium alginate	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Fructose	20	25	30	35	40

ตารางที่ 7 แสดงชนิดและปริมาณส่วนผสมในสูตรต่างๆของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน

สูตรที่ / ส่วนผสมในสูตรต่างๆ (%w/w)	C11	C12	C13	C14	C15
ครีมชีส	42.35	37.35	32.35	27.35	22.35
วิปปิ้งครีม	12.21	12.21	12.21	12.21	12.21
ลูกพรุน	18.68	18.68	18.68	18.68	18.68
น้ำลูกพรุน	6.22	6.22	6.22	6.22	6.22
Sodium alginate	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Sorbitol Powder	20	25	30	35	40

4. การประเมินด้วยประสาทสัมผัสและการแปลผลการประเมินโดยวิธีทางสถิติ

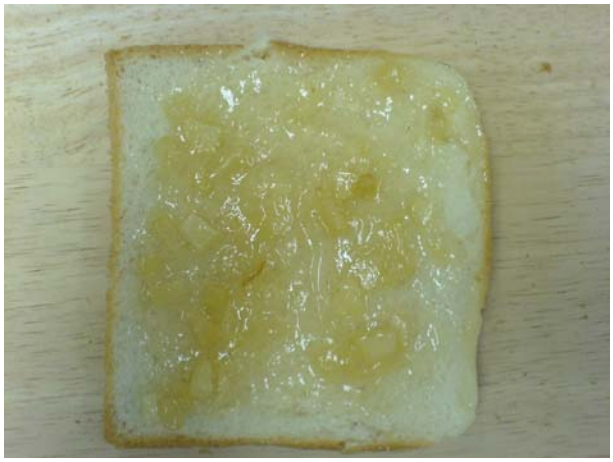
คัดเลือกผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแต่ละตำรับมา 1 สูตรนำมาประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale ซึ่ง เป็นวิธีการประเมินที่ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นของตัวเองต่อผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งระดับความชอบออกเป็น 9 ระดับ ระดับความชอบสูงสุด คือ “ชอบมากที่สุด” มีคะแนนเท่ากับ 9 และ ”ไม่ชอบมากที่สุด” มีคะแนนเท่ากับ 1 โดยใช้ตัวเลขสามหลัก ที่กำหนดขึ้น เป็นรหัสแทนผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแต่ละชนิด เพื่อป้องกันความลำเอียงของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบ สอบถาม

ผู้ประเมินในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษา และบุคคลากรในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 100 คน โดยมีข้อกำหนดให้ผู้ประเมิน ดังนี้คือ

1. ไม่รับประทานอาหารก่อนที่จะทำการทดสอบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
2. ไม่สูบบุหรี่ เคี้ยวหมากฝรั่ง ดื่มน้ำหวาน หรือรับประทานของว่างก่อนที่จะทำการทดสอบ อย่างน้อย 20 นาที
3. ไม่รับประทานอาหารที่มีรสจัดมากๆในวันที่จะทำการทดสอบ
4. บ้วนปากก่อนทำการทดสอบ
5. ไม่พูดคุยระหว่างการทดสอบ

ในการประเมินนั้นให้ผู้ประเมินชิมตัวอย่างขนมปังที่ทาผลิตภัณฑ์ขนาดประมาณ 1x1นิ้ว โดยทำการทดสอบครั้งละ 1 ตัวอย่าง แล้วบันทึกความคิดเห็นลงในแบบทดสอบและดื่มน้ำตามทดสอบจนกระทั่งครบจำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์

นำผลการประเมินที่ได้มาแปลผลทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance เพื่อดูว่าทั้ง 3 ตัวอย่างได้รับความชอบเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่



รูปที่ 1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

รูปที่ 2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

รูปที่ 3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน

ผลการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับค่าดัชนีน้ำตาล

จากการศึกษาข้อมูลพบว่า ค่าดัชนีน้ำตาลเป็นเกณฑ์ที่บอกว่าอาหารคาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดอย่างไร อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงจะมีผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นมากกว่าอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ปฏิกริยาตอบสนองต่ออินซูลินก็มีมากขึ้นตามระดับน้ำตาลในเลือด การบริโภคอาหารคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงก็ยิ่งเพิ่มโอกาสให้ร่างกายได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูง และผลกระทบที่เป็นพิษจากอินซูลินมากขึ้น อินซูลินช่วยนำพากลูโคสจากเลือดไปยังเซลล์ นอกจากนี้อินซูลินยังกระตุ้นร่างกายให้สะสมพลังงานในรูปไขมันที่ไม่ดีกับหลอดเลือด ในบางคนที่ตับอ่อนผลิตอินซูลินมากๆ เซลล์ก็อาจเกิดการดื้ออินซูลินได้ ด้วยการสร้างตัวรับอินซูลินให้น้อยลงทำให้เกิดโรคอ้วน ระดับไขมันในเลือดผิดปกติ ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวานและโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน รวมทั้งความเสี่ยงต่อการตายด้วยโรคหัวใจวาย และหลอดเลือดในสมองแตก ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงนำข้อมูลที่ได้ศึกษามาใช้ในการคัดเลือกส่วนผสมต่างๆที่จะนำมาใช้ คือ ต้องมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ

2. การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ

จากการศึกษาข้อมูลของวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ วัตถุดิบที่เลือกใช้ได้แก่

ตารางที่ 8 ตารางค่าดัชนีน้ำตาลของวัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนา

วัตถุดิบ	ค่าดัชนีน้ำตาล
แอปเปิ้ลเขียว	29
ถั่วเหลือง	16
ลูกพรุน	15
Fructose	22
Skim milk	32
โกโก้	35

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ

3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

ตารางที่ 9 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์แยมแอปเปิ้ลโดยใช้สารให้ความหวานชนิดต่างๆ

สูตรที่	ชนิดสารให้ความหวาน	ลักษณะผลิตภัณฑ์
A1	Sucrose + 70% Sorbitol Solution	ลักษณะภายนอกดี รสหวานติดลิ้น
A2	Sucrose + 70% Sorbitol Solution + Aspartame	ลักษณะภายนอกดี รสหวานขม
A3	Sucrose + 70% Sorbitol Solution + Fructose	ลักษณะภายนอกดี รสหวานพอดี
A4	Sucrose + Maltitol	ค่อนข้างเหลว รสหวาน

3.1.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

การเตรียมผลิตภัณฑ์โดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลชนิดต่างๆ รายละเอียดตามตารางที่ 9 พบว่า สูตร A3 มีความเหมาะสมในการนำไปประเมินด้วยประสาทสัมผัส

3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

ตารางที่ 10 แสดงผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้สูตรต่างๆ

สูตรที่	ลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรที่	รส	สูตรที่	รส
B1	หวานน้อย	B6	หวานน้อย	B11	หวานน้อย
B2	หวานน้อย	B7	หวานแหลม	B12	หวานน้อย
B3	หวานน้อย	B8	หวานแหลม	B13	หวานแหลม
B4	หวานพอเหมาะ	B9	หวานเกินไป	B14	หวานแหลม
B5	หวานพอเหมาะ	B10	หวานเกินไป	B15	หวานเกินไป

- B1-B5 ใช้สารให้ความหวาน คือ ISOMALT
- B6-B10 ใช้สารให้ความหวาน คือ FRUCTOSE
- B11-B15 ใช้สารให้ความหวาน คือ SORBITOL POWDER

3.2.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์ทาขนมปังถั่วเหลืองรสโกโก้

การเตรียมผลิตภัณฑ์โดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลชนิดต่างๆ รายละเอียดตามตารางที่ 10 พบว่า สูตร B5 มีความเหมาะสมในการนำไปประเมินด้วยประสาทสัมผัส เนื่องจากมีรสชาติที่เหมาะสม คือความหวานกลมกลืนกับผลิตภัณฑ์ และมีลักษณะผลิตภัณฑ์ภายนอกที่ดี และสามารถทดแทนน้ำตาลได้ในปริมาณที่สูง

3.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน

ตารางที่ 11 แสดงผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุนสูตรต่างๆ

สูตรที่	รส	สูตรที่	รส	สูตรที่	รส
C1	หวานน้อย	C6	หวานน้อย	C11	หวานน้อย
C2	หวานน้อย	C7	หวานแหลม	C12	หวานพอเหมาะ
C3	หวานน้อย	C8	หวานแหลม	C13	หวานเกินไป
C4	หวานเฝื่อน	C9	หวานเกินไป	C14	หวานเกินไป
C5	หวานเฝื่อน	C10	หวานเกินไป	C15	หวานเกินไป

3.3.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสรสลูกพรุน

การเตรียมผลิตภัณฑ์โดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลชนิดต่างๆ รายละเอียดตามตารางที่ 11 พบว่า สูตร C12 มีความเหมาะสมในการนำไปประเมินด้วยประสาทสัมผัส เนื่องจากมีรสชาติที่เหมาะสม คือความหวานกลมกลืนกับผลิตภัณฑ์ และมีลักษณะผลิตภัณฑ์ภายนอกที่ดี

4. การประเมินด้วยประสาทสัมผัสและการแปลผลการประเมินโดยวิธีทางสถิติ

จากการนำผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่พัฒนาขึ้นมาประเมินด้วยประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 12 ผลการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทาขนมปัง

ผลิตภัณฑ์	รหัสที่กำหนดไว้	ระดับความชอบเฉลี่ย
ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล	188	7.94 A
ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากถั่วเหลือง	361	7.04 B
ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน	924	6.90 B

A,B means not sharing letter in common differ significantly by Duncan's multiple range test

หมายเหตุ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

9 = ชอบมากที่สุด

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทาขนมปังสูตรต่างๆทั้ง 3 สูตรมาทำการประเมินและทดสอบการยอมรับโดยใช้ผู้ประเมิน 100 คน พบว่า สูตรผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ลได้รับความชอบเฉลี่ย 7.94 ("ชอบปานกลาง"ถึง"ชอบมาก") สูงกว่าผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน ซึ่งได้รับความชอบเฉลี่ย 7.04 ("ชอบปานกลาง"ถึง"ชอบมาก") และ 6.90 ("ชอบเล็กน้อย"ถึง"ชอบปานกลาง") อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

- ในการทำผลิตภัณฑ์แยมแอปเปิ้ล ถ้าให้ความร้อนแก่เนื้อแอปเปิ้ลนานเกินไปจะทำให้รสสัมผัสเปลี่ยนไป
- การแช่ถั่วเหลืองโดยใช้น้ำเดือดแทนน้ำที่อุณหภูมิห้องนอกจากจะทำให้ถั่วนิ่มขึ้นแล้วยังสามารถลดกลิ่นของถั่วเหลืองให้น้อยลงด้วยและสามารถลดเวลาในขั้นตอนการผลิตลงได้
- การเลือกโกโก้มาช่วยในการแต่งรสของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากถั่วเหลือง เนื่องจากโกโก้สามารถกลบกลิ่นถั่วเหลืองได้เป็นอย่างดีและรสชาติกลมกลืน
- ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุนในการจะผสมให้เนื้อเนียนเป็นเนื้อเดียวกันนั้นค่อนข้างยาก จึงสามารถใช้เครื่องผสมอาหารช่วยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ดีขึ้นและสะดวกมากขึ้น
- การประเมินทางประสาทสัมผัสเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในลักษณะคนละรูปแบบทำให้ความชอบอาจแตกต่างกันเนื่องจากความชอบส่วนบุคคล

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำให้เป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปพัฒนาในทางอุตสาหกรรมสำหรับผู้ป่วยเบาหวานและผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก

สำหรับการพัฒนาในขั้นอุตสาหกรรม ควรมีการศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในสภาวะการเก็บต่างๆ เพื่อหาวิธีการเก็บผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด และควรมีการศึกษาเรื่องอื่นๆ เพิ่มเติมด้วย

โครงการนี้เป็นเพียงการศึกษาพัฒนาเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการดังนั้นสำหรับการพัฒนาในระดับสูงควรมีผู้ประเมินมากขึ้น และช่วงอายุของผู้ประเมินก็ควรหลากหลายมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Mahan LK, Stump Se, editors. Krause's food, nutrition, and diet therapy. 10th ed. Philadelphia: W.B. Saunders company, 1984.
2. Anonymous. Gidatabase available from: http://www.glycemicindex.com/gi-database.htm [Accessed 2006 Jun 26]
3. Gottesmanl, Managing obesity and glycemic control in insulin-using patients: Clinical relevance and practice recommendations. Diabetes Research and Clinical practice 2004; 65(1): 17-22.
4. Frost G, Keogh B, Smith D, Akinsanya K, Leeds A. Preliminary report the effect of low-glycemic carbohydrate on insulin and glucose response in vivo and in vitro in patients with coronary heart disease. Matabolism 1996; 45(6): 669-72.
5. Bell SJ, Sears B. Low-glycemic-load diets: impact on obesity and chronic diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2003; 43(4): 357-77.
6. DeMarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Preexercise carbohydrate meals application of glycemic index. J Am Diabetic Association 1997; 97(9): 14.
7. Wagner AM, Jorba O, Rigla M, Effect of improving glycemic control on low-density lipoprotein particle size in type2 diabetes. Metabolism 2003; 25(12): 1576-8.
8. Jimenez A, Turnbull WH, Bacardi MB, Rosales P. A high-fiber, moderate-glycemic-index, Mexican style diet improves dyslipidemia in individuals with type2 diabetes. Nutrition Research 2004; 24(1): 19-27.
9. Kabir M, Oppert JM, Vidal H, Four-week low-glycemic index breakfast with a medest amount of soluble fibers in type2 diabetic men. Metabolism 2002; 51(7): 819-26.
10. Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Vuksan V. High-complex carbohydrate or lente carbohydrate foods. Am J Med 2002; 113(9): 30-7.
11. Messina M. Modern applications for an ancient bean : Soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. J Nutr 1995; 125(3S): 567S-9S.

12. Herman C, Adlercreutz T, Goldin BR, et al. Soybean phytoestrogen intake and cancer risk. J Nutr 1995; 125(3S): 757-70S.
13. Hawrylewicz EJ, Zapatap JJ and Blair WH. Soy and experimental cancer: animal studies. J Nutr 1995; 125(3S): 698S-708S.
14. Messina M, Persky V, Barnes S, et al. Soy intake and cancer risk: a review of the in vitro and in vivo data. Nutr cancer 1994; 21: 113-31.
15. Troll W, Weisner R, Shellabarger CJ, et al. Soybean diet lowers breast tumor incidence irradiated rats. Carcinogenesis 1990; 1: 469-72.
16. Barnes S. Effect of genistein on in vitro and in vivo models of cancer. J Nutr 1995; 125(3S): 777S-83S.
17. Steele VE, Pepeira MA, Sigman CC, et al. Cancer Chemopreventive agent development strategies for genistein. J Nutr 1995; 125(3S): 713S-16S.
18. Pretlow TP, O'Riordan MA, Pretlow TG. Phytate inhibits colon carcinogenesis more effectively than selenium in F344 Rats given 30 mg/kg azoxymethane. J Nutr 1995; 125(3S): 806S-7S.
19. Reddy BS, Narisawa T and Weisburger JH. Effect of a diet with high levels of protein and fat on colon carcinogenesis in F344 rats treated with 1,2-dimethylhydrazine. J Natl Cancer Inst 1976; 57: 567-9.
20. Clinton SK, Destree RJ, Anderson DR, et al. 1,2-Dimethylhydrazine induced intestinal cancer in rats fed beef or soybean protein. Nutr Rep Int 1979; 20: 335-42.
21. Govers MJ, Lapre JAP, Devries JA, et al. Dietary soybean protein compared with casein damaged colonic epithelium and stimulates colonic epithelial proliferation in rats. J Nutr 1993; 123: 1709-13.
22. Bennink MR, Mayle JE and Bourquin LD. Can dietary soy protein reduce the risk of colon cancer and cardiovascular disease. J Nutr 1995; 125(35): 790S-7S.
23. Matsukawa Y, Marui N, Sakai T, et al. Genistein arrestcell progression at G2-M. Cancer Res 1993; 53(6): 1328-31.
24. Kim DN, Lee KT, Riener JM, Thomas WA. Increased steroid excretion in swine fed high-fat, high-cholesterol diet with soy protein. Exp Mol Pathol

1980; 33: 25-35.

25. Terpotra AHM, Wooaward CJH, West CE, Van Boven JG. A longitudinal crossover study of serum cholesterol and lipoproteins in rabbits fed on semipurified diets containing either casein or soya-bean protein. Br. J Nutr 1982; 47: 213-19.
26. Miyazima E, Takeyama S, Kondo K, et al. Effect of soy protein substituting diet on hyperlipoproteinemic state. Nutr Sci Soy Protein (Japan) 1982; 3: 90-2.
27. Carroll KA. Review of clinical studies on cholesterol lowering response to soy protein. J Am Diet Asso 1991; 91: 820-7.
28. Sirtosi CR, Agradi E, Manteso O, Conti F, Gatti E. Soybean protein diet for outpatient hypercholesterolemic patients. Lancet 1977; 1: 275-77.
29. Descovich G, Gaddi A, Mannino G, et al. Multicenter study of soybean protein diet for outpatient hypercholesterolemic patients. Lancet 1980; 2: 709-12.
30. Sirtori CR, Lovati MR, Manzoni C, Monetti M, Pazzucconi F, Gatti E. Soy and cholesterol reduction: clinical experience. J Nutr 1995; 175(35): 598S-605S.
31. Bakhit R, Erdman JW Jr, Essex-Sorlie D, et al. Hypercholesterolemic men. J Nutr 1995; 125(3S): 808S.
32. Gaddi A, Descovich GC, Noseda G, et al. Hypercholesterolemia trated by soybean protein. Arch Dis Child 1987; 62: 274-8.
33. Cohn LC, Preud'homme D, Klijsen S. Effects of soy protein beverage supplement on plasma lipids in hypercholesterolemic children on the AHA Step-1 Diet. J Nutr 1995; 125(3S): 799S.
34. Potter SM. Overview of proposed mechanisms for the hypercholesterplemic effect of soy. J Nutr 1995; 125(3S): 606S-11S.
35. Nagata Y, Ishiwaki N, Sugans M. Studies on the mechanism of the antihypercholesterolemia action of soy protein and soy protein-type amino acid mixtures in relation to their casein counterparts in rats. J Nutr 1982; 112 : 1614-25.
36. Sirtori CR, Galli G, Lovati MR, Carrara P, Bosisio E, Kienle MG, Effect of dietary proteins on the regulation of liver lipoprotein receptors in rats. J Nutr 1984;

114: 1493-500.

37. Forsythe WA III. Dietary protein cholesterol and thyroxine: a proposed mechanism. J Nutr Sci Vitaminol 1990; 36(Suppl): 595-8.
38. Beynen AC. comparison of the mechanism perposeed to explain the hypercholesterolemic effect of soybean protein versus casein in experimental animals. J Nutr Sci Vitaminol 1990; 36: S87-S93.
39. Ham JO, Chapman KM, Essex-Sorlie D, et al. Endocrinological response to soy protein and fiber in midly hypercholesterolemic men. Nutr Res 1993; 13: 873-84.
40. Kanazawa T, Osanai T, zhang XS, et al. Protective effects of soy protein on the peroxidizability of lipoproteins in cerebrovascular disease. J Nutr 1995; 125(3S): 639S-46S.
41. Wilcox JN, Blumenthal BF. Thrombotic mechanisms in athrosclerosis: potential impact of soy proteins, J Nutr 1995; 125(3S): 631S-8S.
42. McNicol A. The effects of genistein on platelet function are due to thrombosane receptor antagonism than inhibition of thyrosine kinase. Prostaglandins Leukot Essent Fatty acids 1993; 48(5): 379-84.
43. Solonen JT, Nyvssonen K, Korpela H, Tuomilehto J, Seppanen R. High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infraction in Eastern Finnish men. Circulation 1992; 86: 803-811.
44. Omi N, Aoi S, Murata K, Ezawa I. Evaluation of the effect of soybean milk and soybean milk peptide on bone metabolism in the rat model with ovarectomized osteoporosis. J Nutr Sci Vitamiol (Tokyo) 1994; Apr; 40(2):201-11.
45. Shi L, Su Y, Xie W, Bu H. Preventive effect of soybean on osteoporosis. Shipin Kexue(Beijing) 1999; 20(7): 42-5.
46. Chen YM, Ho SC, Lam SS, HoSS, Woo JL. Soy isoflavone have a favourable effect on bone loss in Chinese postmenopausal women with bone mass: a double-bline, randomized, controlled trail. J Clin Endocrinol Metab 2003; Oct; 88(10): 4740-7.
47. Anderson JJ, Ambrose WW, Garner SC. Orally dose genistein from soy and prevention of cancellous bone loss in two ovariectomized rat model. The

journal of nutrition 1995; 125(3S): 799S.

48. Thompson DB, Erdman JW Jr. The effect of diet on retention by the rat of iron from a radiolabeled casein test meal. J Nutr 1985; 115: 319-26.
49. Zhou JR, Fordyce EF, Raboy V, et al. Reduction of phytic acid in soybean Products improves zinc bioavailability in rats. J Nutr 1992; 4(1): 76-9.
50. Navarro C, Marquez M, Hernando M, et al. Epidermic asthma in Cartagena, Spain, and its association with soybean sensitivity. Epidermiology 1993; 4(1) 76-9.
51. Lucas EA, Juma S, Stoecker BJ, Arjmandi BH. Prune suppresses ovariectomy induced hypercholesterolemia in rats. The Journal of Nutritional Biochemistry 2000; 11(5): 255-9.
52. ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, 2530.
53. Sampson L, Rimm E, Hollman, Jeanne HM, Katan MB. Flavonol and flavone intakes in US health professionals. J Am Diabetic Association 2002; 102(10): 1414-20.
54. Anonymous. Isomalt's recipe for success available from: http://www.isomalt.com/english/produkt/prod_herst_stage_e.html. [Accessed 2006 Aug 7]
55. Reynolds JE, Prasad AB, editors. Martindale: the extra pharmacopoeia. 29th ed London: The pharmaceutical Press, 1989.
56. Anonymous. Sorbitol available from: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Sorbitol [Accessed 2006 Jul 28]
57. Anonymous. Fructose available from: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Fructose [Accessed 2006 Jul 28]
58. Anonymous. Ingredients sorbitol available from: http://www.sci-toys.com/ingredients/sorbitol.html [Accessed 2006 Sep 4]

ภาคผนวก

<u>แบบทดสอบผลิตภัณฑ์ทาขนมปังชนิดที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ</u>

ชื่อ.....นามสกุล.....เพศ.....

อายุ..... วันที่.....

กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบ (ลักษณะภายนอก,รสชาติ ,เนื้อสัมผัส)

โดยขีดเครื่องหมาย X ลงในช่อง □

ก่อนชิมตัวอย่างต่อไปกรุณาดื่มน้ำทุกครั้ง

	รหัส 188	รหัส 361	รหัส 924
ชอบมากที่สุด	□	□	□
ชอบมาก	□	□	□
ชอบปานกลาง	□	□	□
ชอบน้อย	□	□	□
เฉยๆ	□	□	□
ไม่ชอบน้อย	□	□	□
ไม่ชอบปานกลาง	□	□	□
ไม่ชอบมาก	□	□	□
ไม่ชอบมากที่สุด	□	□	□

<u>ความคิดเห็น</u>

.....

.....

.....

ผลการประเมินและทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ (sensory evaluation test)

ตารางที่ 13 รายละเอียดคะแนนจากการประเมินทางประสาทสัมผัส

ผู้ประเมินคนที่	188	361	924
1	9	7	8
2	9	7	8
3	7	9	6
4	8	6	5
5	8	7	6
6	8	9	5
7	8	7	8
8	8	6	6
9	9	8	5
10	7	6	7
11	8	7	7
12	7	6	7
13	8	7	5
14	8	6	6
15	8	6	7
16	8	9	8
17	9	5	5
18	7	7	8
19	8	6	8
20	8	9	5
21	8	5	7
22	8	7	6
23	9	6	5
24	8	7	8
25	9	8	7
26	8	9	7
27	8	6	5
28	6	6	8

29	9	8	5
30	7	6	6
31	9	6	7
32	9	7	7
33	9	6	9
34	9	7	5
35	7	6	4
36	9	6	7
37	7	9	7
38	7	8	8
39	5	7	6
40	7	8	8
41	9	8	7
42	7	8	6
43	8	6	5
44	8	7	7
45	7	6	5
46	8	6	7
47	8	7	9
48	9	8	8
49	7	8	7
50	9	7	5
51	9	6	9
52	8	5	5
53	8	7	6
54	6	8	5
55	9	9	7
56	8	8	7
57	7	9	8
58	8	8	4
59	7	7	8

60	9	8	5
61	9	7	9
62	7	5	7
63	8	6	9
64	7	7	9
65	8	5	7
66	6	8	9
67	8	9	9
68	9	6	5
69	8	8	7
70	7	7	8
71	7	9	7
72	8	7	5
73	7	6	6
74	7	6	8
75	9	7	7
76	9	8	9
77	7	7	7
78	7	8	8
79	8	9	5
80	9	8	8
81	8	6	7
82	7	6	7
83	7	8	8
84	8	6	8
85	7	6	5
86	8	6	8
87	9	5	7
88	9	6	8
89	8	6	8
90	9	7	9

91	9	8	7
92	9	7	6
93	7	9	7
94	8	9	5
95	9	8	9
96	8	6	8
97	8	8	9
98	8	5	6
99	9	6	9
100	7	7	8

การประเมินความชอบ (คะแนน 1-9)

1 = ชอบมากที่สุด

2 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ไม่ชอบน้อย

7 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ไม่ชอบมาก

9 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัส 188 = ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแยมแอปเปิ้ล

รหัส 361 = ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากถั่วเหลือง

รหัส 924 = ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังครีมชีสลูกพรุน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี Analysis of Variance ได้ผลดังนี้

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Block	99	134.68	1.3604	1.01	1.35	1.53	0.4631
Treatment	2	64.75	32.3733	24.01	3.07	4.59	0.0000
Ex.error	98	265.92	1.3430				
Total	99	465.35	1.5563				