



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

Development of Instant Beverage from Predigest Jasmine Brown Rice for Diabetic patient

นามผู้วิจัย นางสาวปณัฏพร ชูทวิสุทธิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ทานตะวัน พิทักษ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

Development of Instant Beverage from Predigest Jasmine Brown Rice for Diabetic Patient

โดย

นางสาวปณัฏพร ยุทธวิสุทธิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2555

ปณัฏพร ยุทธวิสุทธิ 2555: การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปริดา, Ph.D. 137 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องต้มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานจากข้าวกล้องผสมลูกเดือยให้มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้ป่วยโรคเบาหวาน จากการสำรวจผลิตภัณฑ์สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานในร้านขายยาและซูเปอร์มาร์เก็ต พบทั้งหมด 3 ยี่ห้อ เป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศ มีลักษณะเป็นผง และผลการสำรวจตลาดสารให้ความหวาน พบว่า มีสารให้ความหวานทั้งหมด 7 ยี่ห้อ ผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวานที่มีต่อเครื่องต้มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ พบว่า ผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีสีและกลิ่นรสตามธรรมชาติ มีรสหวาน บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ราคาซองละประมาณ 7-10 บาท (35 กรัม) ในการศึกษาได้เตรียมข้าวกล้องหอมมะลิผงโดยย่อยแป้งข้าวกล้องด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.10 มิลลิเมตร ส่วนลูกเดือยผงเตรียมโดยนึ่งลูกเดือยให้สุก แล้วทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผลการพัฒนาสูตรเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อให้ได้คุณค่าอาหารที่เหมาะสม และมี ราคาถูกโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง พบว่าสูตรที่เหมาะสม ประกอบด้วย ข้าวกล้องหอมมะลิผง 35.00% ลูกเดือยผง 16.00% นมผง 29.50% ครีมหอม 13.10% ซูคราโลส 0.05% เออร์ทริทอล 3.50% โกโก้ผง 1.30% และวิตามินพรีมิก 1.55% ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน การเตรียมเครื่องต้มทำโดยการผสมผลิตภัณฑ์ผง 1 ซอง (35 กรัม) กับ น้ำร้อน 1 แก้ว (140 มล) เครื่องต้ม 1 หน่วยบริโภค (150 มล.) มี พลังงาน 150 กิโลแคลอรี โปรตีน 5.00 กรัม ไขมัน 4.00 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 22.00 กรัม ซึ่งเป็นคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน และ ราคาผลิตภัณฑ์ผง (คิดเฉพาะวัตถุดิบ) 35 กรัม เท่ากับ 10.56 บาท เมื่อทดสอบการยอมรับกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน 100 คน พบว่าผู้ป่วยมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก (8.02 จาก 9 คะแนน) และผู้ป่วยร้อยละ 99 ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ จากผลการเปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือด พบว่าเครื่องต้มนี้ไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นเกินระดับที่กำหนดไว้ จึงปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Panutporn Yuthavisuthi 2012: Development of Instant Beverage from Predigest Jasmine Brown Rice for Diabetic Patient. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development.
Thesis Advisor: Associate Professor Penkwan Chompreeda, Ph.D. 137 pages.

The aim of this study was to develop instant beverage from broken Jasmine brown rice for diabetic patient to meet their requirement for nutrient and acceptability. Result of diabetic product survey at drug stores and supermarkets showed that there were 3 imported commercial products. All of them are in powder types. There were 7 brands of sweeteners commercially available in Thailand. Diabetic consumers needed healthy instant beverage to have natural color and flavor and sweet taste. Instant beverage 35 gram should pack in aluminum foil laminated and price should be 7-10 ฿/pack. In this study, jasmine brown rice powder was prepared by drum drying of predigested brown rice mixture α -amylase(BAN 480L) at 120 °C. Job's tear powder was prepared by streaming and drying at 90 °C for 4 hours. Linear programming was employed to formulate the product to obtain optimum nutrient and minimized cost. Result of diabetic consumers testing indicated that the optimum formulation of instant beverage for diabetic patient consisted of jasmine brown rice powder 35.00 %, job's tear powder 16.00%, full fat milk powder 29.55% , non-dairy creamer 13.10%, cocoa powder 1.3%, sucralose 0.05%, erythritol 3.50% and vitamin premixed 1.55 % The product is light brown powder, beverage is prepared by mixing powder with hot water (powder : water = 1 : 4). The beverage 1 serving (150 ml) contained protein 5.00 g , fat 4.00 g , carbohydrate 22.00 g and energy 150 kcal which suitable for diabetic patient . Cost of raw material of the instant beverage was 10.56 ฿/ 35 g. Consumer acceptability test using 100 diabetic patient indicated that they like this instant beverage very much (8.02 from 9 scores). Almost all respondents (99%) accepted the product. From blood glucose level testing indicated that product doesn't increase blood glucose level over safety limit, so it suitable for diabetic patient

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เพ็ญขวัญ ชมปรีดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ช่วยเหลือ ในการวางแผนงานวิจัยรวมทั้งให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ทานตะวัน พิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความดูแลเอาใจใส่ ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปข้าว สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย ฟั้องภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ โรงพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรีและสถานีนอนมัย จังหวัดจันทบุรี ตลอดจนเจ้าหน้าที่บุคลากรทางการแพทย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และน้องชาย ที่ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ กำลังใจ และความเข้าใจ รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน สำหรับคำปรึกษา แรงผลักดัน ความรัก ความห่วงใย และกำลังใจที่ทุกท่านมีให้แก่ข้าพเจ้าโดยตลอด สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอมอบส่วนดีของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้แก่อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

ปณัตพร ยุทธวิสุทธิ

กันยายน 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	38
อุปกรณ์	38
วิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	59
สรุปและข้อเสนอแนะ	109
สรุป	109
ข้อเสนอแนะ	111
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	112
ภาคผนวก	118
ภาคผนวก ก ผลวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี	119
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม	121
ภาคผนวก ค การคำนวณต้นทุน	132
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ความชุกของโรคเบาหวานในประชาชนไทย	7
2 ความชุกผู้ป่วยเบาหวานในตัวอย่างประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป จำแนกตามเพศและ กลุ่มอายุ ปี พ.ศ. 2547	8
3 ปริมาณแคลลอรี่ที่ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับ โดยอาศัยน้ำหนักตัวและกิจวัตรประจำวัน	12
4 การจัดกลุ่มอาหารตามค่า GI	17
5 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวขาวหอมมะลิ (น้ำหนัก/100กรัม)	22
6 คุณค่าทางโภชนาการของนมผงใน 100 กรัม	27
7 คุณลักษณะของนมผงธรรมดาและนมผงขาดมันเนย	29
8 สูตรของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปทั้ง 5 สูตร ในการศึกษาการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดี๋ยผง	48
9 คุณค่าทางโภชนาการ ราคาของวัตถุดิบและข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	52
10 ข้อกำหนดสารอาหารที่ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับในแต่ละวัน	53
11 ปริมาณวิตามินที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ต่อ 1 หน่วยบริโภค (35 กรัม)	54
12 ระดับน้ำตาลในเลือดจากการตรวจเลือดด้วยเครื่องมือ Portable glucose meter	58
13 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สำหรับผู้ที่ต้องควบคุมน้ำตาลในเลือดที่จำหน่ายในท้องตลาด	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ส่วนผสมของอาหารทางการแพทย์สำหรับผู้ที่ต้องควบคุมน้ำตาลในเลือดที่ จำหน่ายในท้องตลาด	61
15	ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	63
16	ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานที่จำหน่ายในท้องตลาด	65
17	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของ ผู้บริโภค	68
18	ข้อมูลพื้นฐานทางด้านสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวาน	70
19	พฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เคยรับประทานเครื่องดื่มเพื่อ สุขภาพ	72
20	ความคิดเห็นของผู้ป่วยเบาหวานที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับ ผู้ป่วยเบาหวาน	75
21	ค่าทางคุณภาพของข้าวกล้องที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่างๆ	78
22	คุณภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิก่อนและหลังการย่อยด้วยเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลส	81
23	ค่าคุณภาพของลูกเดี๋ยดิบ และลูกเดี๋ยผง	82
24	ผลรวมของลำดับความชอบ และค่าดัชนีการละลายของผงเครื่องดื่มทั้ง 5 สูตรที่ ปริมาณข้าวกล้องและลูกเดี๋ยแตกต่างกัน	84
25	ความหนืดของเครื่องดื่มสูตรพื้นฐานที่มีอัตราส่วนในการเติมน้ำแตกต่างกัน	85
26	คะแนนความชอบเฉลี่ย และคะแนนความรู้สึกของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสูตร พื้นฐาน	86
27	ผลการทดสอบ Binomial test ของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน	87
28	การคัดเลือกสารให้ความหวาน	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	สูตรของผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน	89
30	ผลรวมของลำดับความชอบของเครื่องดื่มทั้ง 4 สูตรที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน	90
31	สูตรผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	91
32	ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	91
33	ความหนืดของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่อัตราส่วนต่างๆ	92
34	ผลรวมของลำดับความชอบของเครื่องดื่มทั้ง 3 สูตรที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	93
35	คะแนนความชอบเฉลี่ย และคะแนนความรู้สึกต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่ม ข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน	94
36	สูตรเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	95
37	ค่าคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	98
38	คุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	100
39	ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	101
40	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค	103
41	ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	104
42	การยอมรับและตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วย	105
43	ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานก่อนและหลังดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก1 ค่าความชื้น และค่าอوترแอคทिवิตี (a_w) ของลูกเคี้ยวที่ได้จากการอบแห้งด้วย ตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาต่างๆ	120

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	24
2	ขั้นตอนการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส	25
3	กรรมวิธีการผลิตนมผง	28
4	กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง	42
5	กรรมวิธีผลิตลูกเต๋อยผง	43
6	กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผงขนาด 150 เมส	45
7	กรรมวิธีผลิตลูกเต๋อยผงขนาด 150 เมส	46
8	กรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มนมสำเร็จรูป	49
9	กรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มนมข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	55
10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป	80
11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) กับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป	80
12	เครื่องดื่มนมข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	96
13	เครื่องดื่มนมข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานหลังละลายด้วยน้ำร้อน	96

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยสำหรับ ผู้ป่วยเบาหวาน

Development of Instant Beverage from Predigest Jasmine Brown Rice for Diabetic Patient

คำนำ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์ให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น แต่ปัญหาเกี่ยวกับโรค ก็กลายเป็นปัญหาที่สำคัญไป เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง รวมทั้งโรคเบาหวานด้วย ที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาทั่วโลกมีประชากรเป็นโรคเบาหวานมากถึง 200 ล้านคน เฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ป่วยโรคเบาหวานมากถึง 20.8 ล้านคน ส่วนในประเทศไทยนั้นผู้ป่วยโรคเบาหวานมากถึง 4.47 ล้านคน ส่วนใหญ่เป็นเบาหวานประเภทที่ 2 และผู้ป่วยมากกว่าครึ่งนั้นไม่รู้ตัวว่าเป็นโรคเบาหวานอยู่ จึงทำให้ละเลยในเรื่องของการดูแลสุขภาพ จึงทำให้จำนวนของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในปัดๆ ไปอีกด้วย นอกจากนี้โรคเบาหวานสามารถทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนได้อีกมากมายหลายชนิด เช่น โรคตา โรคไตพิการ โรคทางระบบประสาท โรคเท้าเน่า โรคหัวใจ ซึ่งโรคแทรกซ้อนต่างๆ เหล่านี้อาจเป็นอันตรายถึงร่างกายได้ แต่ก็สามารถป้องกันไม่ให้เกิดอาการเหล่านี้ได้ด้วยการรักษาด้วยยา การควบคุมอาหาร และการออกกำลังกาย

ทุกวันนี้ผู้บริโภคมีความใส่ใจต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น จึงหันมานิยมบริโภคข้าวกล้องมากขึ้นกว่าเดิมเพราะมีคุณค่าทางอาหารสูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวขาว คือ มีไขมันน้อยกว่า มีวิตามินบี และมีใยอาหารสูงกว่า มีส่วนช่วยในเรื่องของระบบประสาท และระบบการขับถ่าย จึงมีการนำข้าวกล้องไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย เช่น เครื่องดื่มข้าวกล้องสำเร็จรูป แป้งข้าวกล้องสำเร็จรูป โจ๊กข้าวกล้องสำเร็จรูป นอกจากนี้ยังมีการนำไปแปรรูปเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยข้าวกล้องจะผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสชนิดไม่ทนความร้อน BAN

ผู้ป่วยโรคเบาหวานต้องได้รับการควบคุมเรื่องอาหารเป็นพิเศษ สารอาหารที่ควรได้รับในแต่ละวันจะถูกจำกัดปริมาณไม่เหมือนกับบุคคลทั่วไป เพื่อให้ไม่ส่งผลกระทบบักระดับน้ำตาลในเลือด หรือส่งผลกระทบต่อโรคที่เป็นอยู่ ผู้ป่วยจึงควรใส่ใจและให้ความสำคัญกับอาหารในแต่ละมื้อมากยิ่งขึ้น แต่ก็มีผู้ป่วยจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถควบคุมอาหารได้เอง หรือควบคุมได้ไม่ดีเท่าที่ควร อาจมีสาเหตุมาจากการขาดความรู้เท่าที่ควร ซึ่งสิ่งเหล่านี้ จะส่งผลกระทบต่อโรคได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องดื่มน้ำกลั่นหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อให้ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณสารอาหาร และพลังงานที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย ไม่ส่งผลกระทบต่อโรคเบาหวาน นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการเตรียมที่ง่ายไม่ซับซ้อน สามารถเตรียมเองได้ เป็นการเพิ่มทางเลือก เพิ่มความสะดวกให้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน
2. เพื่อสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มและความต้องการต่อเครื่องดื่มของผู้ป่วยโรคเบาหวาน
3. เพื่อศึกษากรรมวิธีการเตรียมปลายข้าวกล้องหอมมะลิและลูกเดือยผงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน
4. เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน
5. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน
6. เพื่อศึกษาผลของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปที่มีต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

คำนิยาม

ข้าวกล้องหอมมะลิผง ในงานวิจัยนี้หมายถึง ข้าวกล้องที่ได้จากย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสชนิดไม่ทนความร้อน BAN 480L แล้วนำไปหมუნเหวี่ยงแยกเอาสารละลายส่วนใสออกไปเหลือส่วนที่เป็นกากตะกอนไว้ จากนั้นจึงนำไปทำแห้งแล้วบดละเอียดเป็นผง

การตรวจเอกสาร

1. โรคเบาหวาน

1.1 ลักษณะทั่วไปของโรคเบาหวาน

โรคเบาหวาน คือโรคทางเมตาบอลิซึมที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งมีสาเหตุมาจากความบกพร่องของตับอ่อนทำให้การหลั่งหรือการออกฤทธิ์ของฮอร์โมนอินซูลินผิดปกติ ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำน้ำตาลจากอาหารที่รับประทานเข้าไปมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์กับร่างกายได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติในระบบเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน (ธิตี, 2549)

อินซูลิน คือ ฮอร์โมนที่ผลิตจากเบต้าเซลล์ของตับอ่อน ทำหน้าที่นำน้ำตาลในเส้นเลือดไปสู่เซลล์ต่างๆตามร่างกายแล้วแล้วเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงาน และควบคุมระดับน้ำตาลให้พอดีแก่ความต้องการของร่างกาย (วชิรวรรณ, 2543)

1.1.1 เบาหวานชนิดที่ 1 หรือประเภทพึ่งพาอินซูลิน

เบาหวานชนิดที่ 1 มีสาเหตุมาจาก เบต้าเซลล์ของตับอ่อนถูกทำลาย นำไปสู่การขาดอินซูลินอย่างสิ้นเชิง เบาหวานชนิดนี้เกิดขึ้นในคนอายุน้อย ส่วนใหญ่พบในผู้ป่วยเด็กหรือผู้ใหญ่ที่อายุน้อยกว่า 20 ปี ผู้ป่วยมักมีรูปร่างผอม น้ำหนักตัวลดลง อาการของโรคมักเกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน และรุนแรง ต้องได้รับการรักษาด้วยการฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกาย (ผสุติ และ พันธมิตร, 2546)

ผู้ป่วยจะมีอาการ ปัสสาวะบ่อย อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน กระหายน้ำ ชีพจรเต้นเร็ว หายใจหอบและลึก หมดสติ อาจมีผลรุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิตได้

1.1.2 เบาหวานชนิดที่ 2 หรือประเภทไม่พึ่งพาอินซูลิน

เบาหวานชนิดที่ 2 เกิดจากภาวะ insulin resistance (ดื้ออินซูลิน) (ดื้ออินซูลินได้แต่ไม่เพียงพอ) ร่วมกับภาวะขาดอินซูลิน เบาหวานชนิดนี้มักเกิดในบุคคลที่มีอายุมากกว่า 30 ปี น้ำหนักตัวมาก อ้วน อาการของโรคเกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ไม่รุนแรงมาก สามารถรักษาได้โดยการควบคุมอาหาร ไม่จำเป็นต้องใช้ยา แต่ในบางรายที่อาการรุนแรงอาจต้องใช้อินซูลินเข้าร่างกายด้วย เบาหวานชนิดนี้มีสาเหตุมาจากกรรมพันธุ์ และสภาพแวดล้อม

ผู้ป่วยจะมีอาการ ปัสสาวะบ่อย กระหายน้ำ กินจุ หิวบ่อย อ่อนเพลีย มีชาเท้าชา แผลหายช้ากว่าปกติ ความดันโลหิตลดลงเมื่อน้ำตาลในเลือดสูงอย่างรุนแรง อาจทำให้หมดสติเข้าสู่ภาวะโคม่าจากน้ำตาลในเลือดสูง

1.2 ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นสาเหตุให้เกิดโรคแทรกซ้อนตามมาอีกหลายโรค เช่น ตาบอด ไตวาย ถูกตัดเท้าหรือขาจากบาดแผลติดเชื้อที่ลุกลาม โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง

1.2.1 โรคตา

โรคตา จะเกิดขึ้นบริเวณจอรับภาพ (retina) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหลอดเลือดฝอยบริเวณจอรับภาพ เรียกว่าภาวะจอตาเสื่อม (diabetic retinopathy) ผู้ป่วยจะตามัว และไม่สามารถปรับภาพให้คมชัดได้ พบว่าผู้ป่วยเบาหวานจะมีความเสี่ยงตาบอดมากกว่าคนปกติ 25 เท่า

1.2.2 โรคไตพิการ

โรคเบาหวานทำให้เกิดภาวะไตเสื่อม (diabetic nephropathy) เนื่องจากหลอดเลือดฝอยที่ไปเลี้ยงเนื้อเยื่อไตถูกทำลาย เนื่องจากแรงดันเลือดสูงเกินไป และผนังหลอดเลือดแดงหนาตัวขึ้นจนเลือดไปเลี้ยงไตไม่สะดวก ภาวะดังกล่าวมักพบร่วมกับโรคความดันโลหิตสูง ทำให้การทำงานของไตลดลง อัตราการกรองของไตลดลง ทำให้เกิดภาวะไตวายเรื้อรัง ต้องล้างไตหรือปลูกถ่ายไต

1.2.3 โรคทางระบบประสาท

โรคทางเบาหวานทำให้เกิดการเสื่อมของระบบประสาท (diabetic neuropathy) เนื่องจากหลอดเลือดฝอยที่ไปเลี้ยงระบบประสาทมีการหนาตัวและอุดตัน ทำให้การไหลเวียนของเลือดไม่ดี เส้นประสาทขาดเลือด ทำให้การส่งกระแสประสาท และการรับรู้สึก ตลอดจนการตอบสนองรีเฟล็กซ์ต่างๆลดลงด้วย

1.2.4 โรคหลอดเลือดหัวใจตีบแข็ง

โรคหลอดเลือดหัวใจตีบแข็ง เนื่องจากแรงดันในหลอดเลือดสูงขึ้น ผนังภายในหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงสมองหนาตัวขึ้น หลอดเลือดแข็ง โป่งพอง ตีบตัน จนถึงขั้นแตกได้ ทำให้เนื้อเยื่อสมองขาดเลือดไปหล่อเลี้ยง เกิดเลือดคั่งในสมองได้

1.2.5 โรคเท้าเน่า

โรคเท้าเน่า เนื่องจากหลอดเลือดแดงใหญ่ที่ไปเลี้ยงส่วนขาและเท้าตีตัน ทำให้เลือดไปเลี้ยงไม่ได้ ทำให้ขาหรือเท้าเน่าดำ เป็นสาเหตุให้ผู้ป่วยถูกตัดขาเป็นจำนวนมาก

1.3 ระบาดวิทยาของโรคเบาหวานในประเทศไทย

การศึกษาระบาดวิทยาของโรคเบาหวาน จะศึกษาถึง อัตราการเจ็บป่วย และอัตราการตายจากโรคเบาหวาน รวมไปถึงภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานอีกด้วย ทำให้ทราบขนาดของโรคเบาหวานที่มีในประเทศไทย (วิฑูรย์, 2550)

มีการสำรวจโรคเบาหวานทั่วประเทศครั้งแรกปี พ.ศ. 2514 โดยสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย โดยสำรวจในประชากรทุกอายุ จำนวน 322,953 คน โดยการตรวจปัสสาวะหาระดับน้ำตาล และหาระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อเป็นเกณฑ์ในการวินิจฉัยโรคเบาหวาน พบความชุกของโรคเบาหวานทั้งหมดร้อยละ 2.5 เป็นเพศชายร้อยละ 2.6 และเพศหญิงร้อยละ 2.4 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความชุกของโรคเบาหวานในประชาชนไทย

กลุ่มประชากร และปีที่ศึกษา	อายุ (ปี)	จำนวนตัวอย่าง	วิธีการวินิจฉัย	ความชุก (%)	เอกสารอ้างอิง
1. การสำรวจเบาหวาน ทั่วประเทศ (2514)	ทุกอายุ	322,953	น้ำตาลในปัสสาวะและติดตาม โดยการตรวจเลือด	ทั้งหมด: 2.5% ชาย: 2.6%, หญิง: 2.4%	สมาคมโรคเบาหวานแห่ง ประเทศไทย
2. พนักงานธนาคารออมสิน (2521)	21-59	1,331	FPG>120 มก/ดล	ทั้งหมด: 3.1%	Viseshakul, D et al
3. ชุมชนเขตเมือง กทม 4 เขต (2525-2526)	20-79	1,152	FPG>120 มก/ดล	ทั้งหมด: 3.8% ชาย: 2.9%, หญิง: 4.3%	Vannasaeng, S et al
4. พนักงานการไฟฟ้า ฝ่ายผลิต (EGAT) (2528-2540)	35-54	2,967	1985: FCG $\geq$ 110 มก/ดล or 2-hour capillary glucose $\geq$ 200 มก/ดล 1997: FPG $\geq$ 126 มก/ดล or 2-hour plasma glucose $\geq$ 200 มก/ดล	2528: ชาย: 6.1%, หญิง: 4.3% 2540: ชาย: 17.5%, หญิง: 12.4%	Sritara, P et al
6. NHES III, 2546-2547	$\geq$ 15	ชาย: 18,800 หญิง: 20,256	FPG $\geq$ 126 มก/ดล หรือรักษาค้วย ยารักษาเบาหวานหรืออินซูลิน	ทั้งหมด: 6.7% ชาย: 6.4%, หญิง: 7.3%	

ที่มา: วิฑูรย์ (2550)

มีการสำรวจสภาวะสุขภาพของประชาชนไทยในปี พ.ศ. 2546 – 2546 โดยการตรวจร่างกาย เมื่อเปรียบเทียบกับ ความชุกของโรคเบาหวานพบว่ามีความชุกเพิ่มมากขึ้น โดยดูจากระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ว่ามากกว่าหรือเท่ากับ 126 มิลลิกรัม / ดล. สำรวจในประชากรที่อายุ 15 ปีขึ้นไป พบว่า มีความชุกของโรคเบาหวานโดยรวมร้อยละ 6.7 เป็นเพศหญิงร้อยละ 7.3 และเพศชายร้อยละ 6.4 ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุ โดยจะพบความชุกสูงสุดในกลุ่มอายุ 60 – 69 ปี แบ่งเป็นเพศชายร้อยละ 13.8 และเพศหญิงร้อยละ 18.9 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความชุกผู้ป่วยเบาหวานในตัวอย่างประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป จำแนกตามเพศ และ กลุ่มอายุ ปี พ.ศ. 2547

กลุ่มอายุ	ชาย			หญิง		
	ความชุก (%)	95% CI	จำนวน	ความชุก (%)	95% CI	จำนวน
15-29	2.0	0.9, 3.2	2,140	1.6	0.7, 2.3	1,822
30-44	5.2	3.9, 6.4	3,689	5.1	4.0, 6.2	4,199
45-59	11.4	9.9, 12.9	3,634	12.6	11.3, 14.0	4,339
60-69	13.8	12.4, 15.1	5,313	18.9	17.4, 20.5	5,636
70-79	12.3	10.8, 13.7	3,364	15.7	14.1, 17.3	3,573
80+	10.1	7.6, 12.7	694	9.2	6.5, 11.8	708
รวม	6.4	5.4, 7.4	18,834	7.3	6.5, 8.1	20,277

ที่มา: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข (2549)

1.4 การบำบัดผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ปัจจุบัน จุดประสงค์ของการรักษาโรคเบาหวานคือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และการป้องกันหรือลดภาวะแทรกซ้อนของโรค โดยการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวานนั้น จะเน้นการควบคุมน้ำหนักร่วมกับการออกกำลังกาย และควบคุมการใช้ยาให้ถูกต้อง (แก้ว, 2547)

1.4.1 การควบคุมอาหาร

การรับประทานอาหารที่มีแคลอรีต่ำ และลดปริมาณให้น้อยลง เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุมอาหาร ไม่ใช่ด้วยการอดอาหาร เพราะจะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายไม่ครบถ้วน ผู้ป่วยจึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการและประเภทของอาหารให้ได้สัดส่วน ควรเน้นการรับประทานผักให้มาก งดของหวานใช้ผลไม้สดแทน ส่วนอาหารว่างควรเป็นน้ำผลไม้สดคั้น นอกจากนี้ควรรับประทานอาหารอย่างเป็นเวลา โดยเวลาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยที่ต้องพึ่งอินซูลิน คือ รับประทานอาหารหลังจากฉีดอินซูลินแล้ว 30 นาที และไม่ควรงดมื้ออาหาร

ในแต่ละวันผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับพลังงานประมาณ 1,500 กิโลแคลอรีซึ่งระดับพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันจะมีความสำคัญต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วย พลังงานเหล่านี้มาจากอาหารทั้งหมดซึ่งรวมทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ถ้าพลังงานที่ได้รับมากกว่าความต้องการของร่างกายก็จะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ดังนั้นผู้ป่วยเบาหวานจึงต้องควบคุมพลังงานในอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย และยังเป็นการควบคุมน้ำหนักตัวของผู้ป่วยให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมด้วย ปริมาณอาหารในแต่ละมื้อที่ผู้ป่วยควรได้รับสำหรับผู้ใหญ่จะอยู่ประมาณ 20 - 40% ของแคลอรีทั้งหมด ส่วนอาหารว่างระหว่างมื้อประมาณ 10% ของแคลอรีทั้งหมด (จงจิตร, 2545)

1) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตพวก ข้าว เผือก มัน หรือแป้งอื่นๆ ไม่ทำให้โรคเบาหวานกำเริบขึ้น ถ้าได้รับในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย แต่การจำกัดคาร์โบไฮเดรตอย่างเข้มงวดจะทำให้ผู้ป่วยได้รับพลังงานจากไขมันมากขึ้น ทำให้มีไขมันในเลือดสูงผู้ป่วย

2) ปริมาณไขมัน

ผู้ป่วยโรคเบาหวานมักจะอ้วนและมีไขมันในเลือดสูง เนื่องจากการเป็นโรคหัวใจขาดเลือด จึงควรได้รับไขมันที่ให้พลังงานไม่เกิน 25 – 35 % ของปริมาณพลังงานที่ได้รับทั้งหมด ผู้ป่วยควรบริโภคไขมันจากพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำ และบริโภคไขมันจากสัตว์ให้น้อยลง

3) ปริมาณโปรตีน

ผู้ป่วยโรคเบาหวานควรได้รับอาหารที่มีโปรตีน 12 – 24 % ของปริมาณพลังงานที่ได้รับทั้งหมด หรือประมาณ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเหมือนคนปกติ ถ้าผู้ป่วยเป็นเด็กควรได้รับโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 1.5 – 2 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และควรได้รับโปรตีนจากเนื้อสัตว์ ไข่ และนม

4) ปริมาณวิตามินและเกลือแร่

ผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่มีอาการแทรกซ้อน และกินอาหารได้เป็นปกติก็จะได้รับวิตามินและเกลือแร่เพียงพอ แต่ถ้าผู้ป่วยมีอาการติดเชื้อ หรือมีระบบการดูดซึมผิดปกติ อาจได้รับไม่เพียงพอ แพทย์อาจให้วิตามินและเกลือแร่เสริมได้ โดยวิตามินและเกลือแร่ที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน มีดังนี้ (สรจักร และสุรศักดิ์ , 2548)

วิตามิน B1 / ไทอะมิน จำเป็นสำหรับการส่งสัญญาณประสาทระหว่างสมองกับไขสันหลัง และช่วยบรรเทาอาการอยากน้ำตาล ถ้าร่างกายขาดไทอะมินจะทำให้เกิดความต้องการน้ำตาลอย่างมาก ค่า RDA สำหรับผู้ใหญ่คือ 1.4 มิลลิกรัม

วิตามิน B2 /ไรโบฟลาวิน ผู้ป่วยเบาหวานร่างกายจะขับไรโบฟลาวินออกมาทางปัสสาวะมากกว่าคนปกติ จึงจำเป็นต้องได้รับเพิ่ม ค่า RDA สำหรับผู้ใหญ่คือ 1.6 มิลลิกรัม

วิตามิน B12 ผู้ป่วยเบาหวานมักจะมีปัญหาเส้นประสาทถูกทำลายตามอวัยวะต่างๆ เช่นมือและเท้า ดังนั้นควรได้รับวิตามิน B12 เพิ่มเพื่อช่วยในการสร้าง ไมอีลินชีท หรือปลอกประสาททำให้ระบบเส้นประสาททำงานเป็นปกติ ค่า RDA สำหรับผู้ใหญ่คือ 1 ไมโครกรัม

วิตามิน H / ไบโอติน จะทำงานร่วมกับอินซูลินเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือด และยังช่วยในการรักษาโรคเส้นประสาทหลายเส้นเสื่อมจากเบาหวาน (เส้นประสาทที่มือและเท้าถูกทำลายจนเกิดอาการชาและสูญเสียความรู้สึก) ค่า RDA สำหรับผู้ใหญ่คือ 150 ไมโครกรัม

โครเมียม จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และยังช่วยลดน้ำหนักได้พอสมควร

แมกนีเซียม มีความจำเป็นต่อการลำเลียงน้ำตาลกลูโคส และยังมีผลสำคัญต่อการปลดปล่อยฮอร์โมนอินซูลิน นอกจากนี้ยังมีส่วนเกี่ยวกับอาการแทรกซ้อนต่างๆ เช่นโรคหัวใจ โรคไต และการเสื่อมของปลายประสาท ค่า RDA สำหรับผู้ใหญ่คือ 300 มิลลิกรัม

แมงกานีส กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางตัวในร่างกาย ช่วยบำรุงสุขภาพของเส้นประสาท และมีความเกี่ยวข้องกับควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

ฟอสฟอรัส ช่วยให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลินจะมีอาการที่ดีขึ้น และลดมีความรู้สึกเหนื่อยง่าย ค่า RDA สำหรับผู้ใหญ่คือ 800 มิลลิกรัม

ผู้ป่วยควรได้รับสารอาหารที่มีใยอาหารมากขึ้น ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ถูกย่อยในลำไส้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ใยอาหารชนิดละลายได้ ซึ่งมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด และระดับของอินซูลินในเลือด ถ้ารับประทานร่วมกับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง จะช่วยลดการดูดซึม ทำให้การตอบสนองต่ออินซูลินดีขึ้น อีกชนิดคือใยอาหารที่ไม่ละลาย จะช่วยเพิ่มการรวมตัวของอุจจาระ ไม่มีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยตรง แต่จัดเป็นอาหารประเภท

ตารางที่ 3 ปริมาณแคลลอรีที่ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับโดยอาศัยน้ำหนักตัวและกิจกรรมประจำวัน

น้ำหนักตัวที่เป็นจริงเทียบกับ น้ำหนักที่ควรจะเป็น	กิจกรรม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
น้ำหนักมากกว่าปกติ	20 - 25	30	35
น้ำหนักปกติ	30	30	40
น้ำหนักน้อยกว่าปกติ	35	40	45 - 50

หมายเหตุ: ตัวเลขเป็นปริมาณแคลลอรีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

ที่มา : อารี (2521)

1.4.2 การรักษาด้วยยา

ยาในการรักษาเบาหวาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ยากิน และยาฉีด

ยากินรักษาโรคเบาหวาน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

ซัลโฟนิลยูเรีย : เป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการหลั่งอินซูลินของเบต้าเซลล์ที่ตับอ่อน
จึงใช้ได้กับผู้ป่วยเบาหวานที่ตับอ่อนยังสามารถผลิตอินซูลินได้

ไบกัวไนด์ : เป็นสารช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยไม่ต้องอาศัยการหลั่ง
อินซูลินจากตับอ่อน เหมาะกับผู้ป่วยเบาหวานที่อ้วนมาก

ยาฉีดรักษาโรคเบาหวาน ได้แก่

อินซูลิน : ผู้ป่วยเบาหวานร่างกายไม่สามารถสร้างอินซูลินได้เพียงพอ จึงต้องฉีดอินซูลินจากภายนอกเข้าไป เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงอยู่ ให้กลับมาอยู่ในระดับปกติ โดยต้องใช้วิธีการฉีดเท่านั้น ไม่สามารถรับประทานได้ เพราะจะถูกย่อยจากน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร

สมุนไพรบำบัดโรคเบาหวาน : ผู้ป่วยโรคเบาหวานนิยมใช้สมุนไพรรักษา ร่วมกับยาแผนปัจจุบัน เพราะว่าสมุนไพรบางชนิดก็เป็นอาหารที่ผู้ป่วยรับประทานเป็นประจำอยู่แล้ว ซึ่งสมุนไพรแต่ละชนิดแต่ละชนิดก็มีกลไกในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดที่แตกต่างกัน จึงเป็นปัจจัยส่งเสริมให้ผู้ป่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีขึ้น (จุไรรัตน์, 2548)

เดือย (*Coix lachrymal – jobi* Linn.)

เดือยเป็นพืชล้มลุกมีอายุหนึ่งปี อยู่ในตระกูลเดียวกับหญ้าและข้าว อยู่ในวงศ์ (family) Gramineae สกุล (genus) *Coix* เป็นพืชเขตร้อนที่ปลูกไว้เพื่อนำเมล็ดมาใช้เป็นอาหาร โดยทั่วไป เดือยจำแนกเป็น 4 พันธุ์ (ภัทร, 2549)

1) *Typica* เป็นพันธุ์ป่า เมล็ดมีรูปร่างกลมรี คล้ายรูปไข่ เปลือกและเมล็ดมีลักษณะเรียบและแข็ง รับประทานไม่ได้ ใช้ทำเครื่องประดับ

2) *Stenocarpa* เมล็ดมีรูปร่างกลมยาว ปลายทั้งสองข้างเป็นเขี้ยว เปลือกมีสีฟ้าอมขาว รับประทานไม่ได้ ใช้ทำเครื่องประดับ

3) *Monilifer* เมล็ดมีรูปร่างกลมแบน มีส่วนกว้างมากกว่ายาว เปลือกแข็ง มีสีขาวคล้ายชอล์ก ขาวนุ่น ชมพู น้ำตาล และสีดำ ไม่นิยมรับประทาน ใช้ทำเครื่องประดับ

4) *Ma – yuen* เมล็ดมีลักษณะเป็นร่องตามแนวยาว เปลือกบาง มีสีขาวนุ่น จนถึงสีเหลืองและสีน้ำตาล นิยมปลูกเพื่อนำมาบริโภค ประเทศไทยปลูกเดือยพันธุ์ *Ma – yuen* เพื่อเป็นลูกเดือยทางการค้า

เมล็ดของเดือยนั้นนำมาใช้เป็นยาที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เหมาะสำหรับคนพื้น ใต้ ใช้เป็นยาเย็นและยาขับปัสสาวะ เป็นส่วนผสมของยาบำบัดหลอดลมอักเสบ และสามารถนำมา หมักเป็นแอลกอฮอล์ได้

เมล็ดประกอบด้วยแป้ง 52% ไขมัน 7% โปรตีน 18% วิตามินบี sterol ซึ่ง โปรตีนประกอบไปด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มไกลแคน คือ โออิกแซนส์ เอ , บี, ซี (Coixan A, B, C) สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (จุไรรัตน์, 2548)

ลูกเดือยที่ผ่านการสีเปลือกออกจัดมัน มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย หลายชนิด มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว กรดโอเลอิก 57.08% กรดไลโนเลอิก 26.70% นอกจากนี้ยังมี วิตามิน B1 และวิตามิน B2 754.7 และ 28.8 ไมโครกรัม / 100 กรัม (ทัศนีย์, 2530)

ลูกเดือยมีโปรตีนและไขมันสูงกว่าธัญชาติทั่วไป มีฟอสฟอรัสในปริมาณสูง และมีวิตามิน B1 สูงกว่าข้าวกล้อง (โอภาส, 2547)

รากของเดือย สามารถนำมาใช้เป็นยาขับพยาธิในเด็ก แก้บวม น้ำ และแก้ปวด ประจำเดือนได้

วิธีรับประทาน คือ นำลูกเดือยมาต้มกินเป็นอาหารว่าง บดผสมข้าว ต้มเป็น ข้าวต้ม ทำชุปลูกเดือย สามารถรับประทานได้ไม่จำกัดจำนวน

มีการทดลองในประเทศญี่ปุ่น โดยนำเมล็ดลูกเดือยมาให้หนูที่เป็นโรคเบาหวาน กิน พบว่าสาร Coixan A สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูที่เป็นโรคเบาหวานให้เป็นปกติได้ Takahashi et al. (1986)

มะตูม (Aegle marmelos Correa)

มะตูมเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ผลเมื่อยังดิบเปลือกจะมีสีเขียว แต่จะเปลี่ยนเป็น สีเหลืองอมน้ำตาลเมื่อสุกแล้ว เนื้อมีสีส้มปนเหลือง รสหวาน มีกลิ่นหอม

เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ผลมีสาร Tannin , Mucilage , pectin ซึ่งมีฤทธิ์ ช่วยแก้ท้องเสีย ใบมีสาร Tannin , glycoside ซึ่งมีฤทธิ์ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด เมล็ดมีสาร Palmitic acid , Stearic acid , Oleic acid

วิธีรับประทาน คือ นำใบมะตูมแก่ 1 กำมือ มาต้มน้ำ 3 แก้ว เคี่ยวจนเดือดเป็นเวลา 15 – 20 นาที แล้วดื่มตลอดวัน

มีการทดลองในประเทศศรีลังกา โดยให้สารสกัดจากใบมะตูมกับหนูขาวที่เป็นโรคเบาหวาน พบว่ามีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยทำให้มีการหลั่งอินซูลินในเลือดเพิ่มมากขึ้น (Karunanayake et al., 1984)

ว่านหางจระเข้ (*Aloe barbadensis* Mill)

ว่านหางจระเข้เป็นพืชล้มลุก ลำต้นสั้น ใบหนาขอบใบมรหนามแหลม ภายในมีวุ้นใส ได้ผิวสีเขียวมีน้ำยางสีเหลือง ใช้รักษาโรคหนองใน แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก เป็นยาถ่าย แก้ปวดศีรษะ บำรุงเส้นผม

เมื่อศึกษาองค์ประกอบจากน้ำยางสีเหลือง มีสาร Anthraquinone ที่สำคัญคือ Barbaloin และสาร โพลีแซคคาไรด์ ซึ่งจะกระตุ้นตับอ่อนให้ผลิตอินซูลินเพิ่มมากขึ้น ส่วนในวุ้นใส มีสารไกลโคโปรตีน aloetin A

วิธีรับประทาน คือ ใช้เนื้อวุ้นสดขนาด 2 นิ้ว กินวันละ 3 ครั้งระหว่างมื้ออาหาร

มีการทดลองในประเทศเม็กซิโก โดยให้สารสกัดจากว่านหางจระเข้กับกระต่าย 21 ตัว โดยเปรียบเทียบกับยา Tolbutamide พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

(Roman – Ramos et al., 1991)

1.4.3 ออกกำลังกาย

การออกกำลังกายจะช่วยเผาผลาญไขมันส่วนเกินออกไป การออกกำลังกาย ร่วมกับการควบคุมอาหารจะได้ผลดียิ่งขึ้น สำหรับผู้ป่วยที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ผู้ป่วยควรออก

1.5 ค่าดัชนีน้ำตาล

1.5.1 ค่าไกลซีมิก อินเดกซ์ (Glycemic Index : GI)

ค่า GI หมายถึง ปริมาณของระดับน้ำตาลในเลือดที่เพิ่มขึ้นหลังจากการรับประทานอาหารแต่ละชนิด ซึ่งสามารถวัดได้โดยเจาะเลือดเพื่อทดสอบหาระดับน้ำตาลในเลือดทันทีหลังจากรับประทานอาหารแต่ละชนิดเข้าไป โดยมีค่าของระดับน้ำตาลเมื่อรับประทานกลูโคสเข้าไปเป็นมาตรฐาน (ค่า GI ของกลูโคส คือ 100) (กองบรรณาธิการใกล้หมอ , 2549)

ผลของอัตราการดูดซึมอาหารหรือคาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดต่ออัตราการดูดซึมระดับกลูโคสในเลือด 2 ชั่วโมงหลังกินอาหารชนิดนั้น โดยวัดปริมาณการดูดซึมได้จากพื้นที่ใต้เส้นกราฟของความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดหลังจากได้รับน้ำตาลเปรียบเทียบกัน เมื่อได้รับอาหารมาตรฐานที่ประกอบด้วยแป้งจำนวนโมเลกุลที่เท่ากัน(อาหารมาตรฐานมักเป็นกลูโคสในขนาด 50 กรัม ซึ่งมีดัชนีเพิ่มน้ำตาล เท่ากับ 100) ปัจจุบันใช้ขนมปังขาว (White bread) ที่มีคาร์โบไฮเดรต 50 กรัม เป็น มาตรฐาน

ถ้าค่า GI เท่ากับ 100 แสดงว่ามีการดูดซึมอาหารได้รวดเร็วเท่ากับอาหารมาตรฐาน อาหารที่ผู้ป่วยเบาหวานควรรับประทาน คือ อาหารที่มีค่า GI ต่ำ คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 55, ค่า GI กลางคือ 56 – 69, ค่า GI สูงคือ มากกว่า 70 ตัวอย่างค่า GI ในอาหารดังแสดงในตารางที่ 4

ค่า GI ตัวอย่างเดียวไม่ได้หมายความว่าอาหารชนิดนั้นๆจะดีต่อสุขภาพโดยรวม ผลไม้บางชนิดมีค่า GI ต่ำก็อาจไม่ดีต่อสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวานก็ได้ เช่นผลไม้ที่มีส่วนผสมของแป้งน้อย แต่มีปริมาณไขมันอยู่สูง การทดลองของ Trinidad. et al. (2010) กล่าวว่า อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่เท่ากัน ค่า GI ที่ได้จะไม่เท่ากันเสมอไป ยิ่งขึ้นกันปริมาณของเส้นใยอีกด้วย โดยอาหารที่มีปริมาณเส้นใยสูง มักเป็นอาหารที่มีค่า GI ต่ำมากกว่าอาหารที่มีค่า GI สูง

ตารางที่ 4 การจัดกลุ่มอาหารตามค่า GI

อาหาร	ค่า GI		
	ต่ำ	กลาง	สูง
ผลไม้	ส้ม (43) กีวี (52) มะม่วง (55)	แคนตาลูป (65) สับปะรด (66)	
ธัญพืช	ถั่วเหลืองต้ม (16) ข้าวบาร์เลย์ (25) ถั่วแดงต้ม (29) ถั่วดำต้ม (30) ถั่วอบ (44) ข้าวบัลการ์ (48)	ข้าวขาวบาสมาติ (58) คอร์นมิล (68)	
ขนมปัง	มัฟฟินแอปเปิ้ล (44) มัฟฟินข้าวโอ๊ต-ลูกเกด (54)	ขนมปังปิตา (57) มัฟฟินบลูเบอรี่ (59) พิซซ่า ชีส (60) แฮมเบอร์เกอร์ (61) ครัวซองต์ (67) ขนมปังโฮลวีท (68)	ขนมปังขาว (70) ขนมปังบาเกต (72) ขนมปังฝรั่งเศส (95)
พาสต้า	เฟตตูชินี (32) สปาเกตตี้ต้ม 5 นาที เวอร์นิเชลลี (35) สปาเกตตี้ต้ม 15 นาที มกกะโรนี (46) ชีส ทอรัทเทลลินี (50)		
นม	โยเกิร์ตธรรมชาติ (14)	ไอศกรีมวานิลลา (60)	
ผลิตภัณฑ์จากนม	นม (30) นมถั่วเหลือง (31)		

ตารางที่ 4 (ต่อ)

อาหาร	ค่า GI		
	ต่ำ	กลาง	สูง
นม	นมพว่องมันเนย (32)		
ผลิตภัณฑ์จากนม	นมช็อคโกแลต (35)		
เครื่องดื่ม	น้ำแอปเปิ้ล (40)	โคล่า (65)	เกเตอเรท (78)
	น้ำส้ม (46)		
	น้ำสับประรด (46)		
	น้ำเกรปฟรุท (48)		
ขนมขบเคี้ยว	พิซซ่า ซูพรีม (33)	มันฝรั่งแผ่น (56)	คอร์นชิป (72)
	ช็อคโกแลต บาร์ (49)	คุกกี้ข้าวโอ๊ต (57)	เวเฟอร์วินิลลา (77)
	แฮมสเตอร์เบอร์รี่ (51)	พิซซ่า ชีส (60)	
		ครัวซองต์ (67)	

ที่มา: คัดแปลงจากกองบรรณาธิการใกล้หมอ (2549)

1.5.2 ค่า Glycemic Load (GL)

ค่า GL หมายถึง ระดับของปริมาณน้ำตาลในเลือดเมื่อเทียบกับปริมาณอาหาร ปริมาณแป้งที่รับประทานเข้าไป ซึ่งค่า GL สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$GL (\%) = \text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต(กรัม/มื้ออาหาร)} \times \text{ค่า GI ของอาหาร} / 100$$

ค่า GL จึงมีความสำคัญในการกำหนดปริมาณอาหารในแต่ละมื้อของผู้ป่วย เบาหวาน เพราะว่าอาหารบางอย่างมีค่า GI ต่ำแต่ถ้ารับประทานในปริมาณมาก ก็จะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงได้ ในขณะที่อาหารบางอย่างมีค่า GI สูง แต่ถ้ารับประทานเพียงเล็กน้อยในแต่ละมื้อ ระดับน้ำตาลในเลือดก็จะอยู่ในระดับปกติได้ ดังนั้นจึงต้องคำนวณทั้งค่า GI และ GL ในการกำหนดอาหารสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน (กองบรรณาธิการใกล้หมอ, 2549)

1.5.3 ค่า Rapidly available glucose (RAG)

ค่า RAG คือ อัตราการย่อยแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตในอาหารให้เป็นน้ำตาลในหลอดทดลอง ด้วยเอนไซม์ pancreatin , amyloglucosidase (AMG) และเอนไซม์ invertase เป็นเวลา 20 นาที ตามวิธีวิเคราะห์ของ Englyst ปี ค.ศ. 1992 ซึ่งจะหมายถึง ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่เข้าสู่กระแสเลือดซึ่งได้มาจากการย่อยคาร์โบไฮเดรตด้วยเอนไซม์อย่างรวดเร็วภายในเวลา 20 นาที ซึ่งวิธีการนี้จะเลียนแบบวิธีการย่อย และการดูดซึมน้ำตาลในร่างกายของคน (นฤมล , 2550)

นอกจากนี้ ค่า RAG ยังมีความสัมพันธ์กับค่า GI และ GL จึงสามารถนำค่า RAG มาประเมินค่า GI และ ค่า GL ในตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆ ได้ โดยค่า RAG สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำมีค่าน้อยกว่า 14.01 กรัม/100 กรัม ค่ากลางมีค่าอยู่ในช่วง 14.01 – 18.88 กรัม/100 กรัม และค่าสูงจะมีค่ามากกว่า 18.88 กรัม/100 กรัม ถ้าอาหารมีค่า RAG อยู่ในระดับต่ำ จะมีค่า GI อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง แต่ถ้าอาหารนั้นมีค่า RAG อยู่ในระดับสูง ก็จะมีค่า GI อยู่ในระดับสูง เช่นเดียวกัน

งานวิจัยของ ริญ และคณะ (2550) พบว่าข้าวกล้องสีนเหล็ก KD-BT 313-19-1-1 (ค่า RAG คือ 6.13 กรัม/100 กรัมข้าวสุก) และข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ KD-BT 1000-11-2-26 (ค่า RAG คือ 14.55 กรัม/100 กรัมข้าวสุก) เมื่อนำมาเทียบกับค่า GI ที่ได้จากการทดลองในคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 ด้วยข้าวสายพันธ์เดียวกัน ได้ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 58 และ 62 ตามลำดับ ส่วนข้าวขัดสีนเหล็ก KD-BT 313-19-1-1 (ค่า RAG คือ 19.00 กรัม/100 กรัมข้าวสุก) และข้าวขัดไรซ์เบอร์รี่ KD-BT 1000-11-2-26 (ค่า RAG คือ 19.09 กรัม/100 กรัมข้าวสุก) เมื่อนำมาเทียบกับค่า GI ที่ได้จากการทดลองในคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 ด้วยข้าวสายพันธ์เดียวกัน ได้ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 72 และ 74 ตามลำดับ

งานวิจัยของ นฤมล (2550) พบว่า ข้าวกล้อง 313-19-1-1 มีค่า RAG 13.53 กรัม/100 กรัมข้าวสุก เมื่อนำมาเทียบกับค่า GI ที่ได้จากการทดลองในคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 ด้วยข้าวสายพันธ์เดียวกัน ได้ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 58

1.5.4 ค่า Slowly available glucose (SAG)

ค่า SAG คือ อัตราการย่อยแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตในอาหารให้เป็นน้ำตาลในหลอดทดลอง ด้วยเอนไซม์ pancreatin , amyloglucosidase (AMG) และเอนไซม์ invertase ระหว่างนาที่ที่ 20 ถึงนาที่ที่ 120 ตามวิธีวิเคราะห์ของ Englyst ปี ค.ศ. 1992 ซึ่งจะหมายถึง ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรตที่เหลือด้วยเอนไซม์อีก 100 นาที่ถัดมา ซึ่งวิธีการนี้จะเลียนแบบวิธีการย่อย และการดูดซึมน้ำตาลในร่างกายของคน (นฤมล, 2550)

2. ข้าวกล้อง (Brown rice)

ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่ได้จากการสีด้วยเครื่องจักร โดยเอาเปลือกออกเพียงอย่างเดียวเพื่อเป็นการกะเทาะเอาแกลบออก เมล็ดข้าวที่ได้จึงมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีคล้ำ เพราะยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวเหลืออยู่ (วีระศักดิ์, 2543)

2.1 ส่วนประกอบของข้าวกล้อง

2.1.1 เยื่อหุ้มผล เป็นเยื่อชั้นนอกห่อหุ้มผลภายใน มีสารสีหรือรงควัตถุปนอยู่ จึงทำให้ข้าวกล้องมีสีต่างๆ เช่น น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ จนถึงสีดำ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบสำคัญอื่นๆ อีก คือ โปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส

2.1.2 เยื่อหุ้มเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้น เป็นรูปยาวเรียงตามขวาง มีผนังบางๆ กันภายในประกอบด้วยไขมันและสารสี ทำให้ข้าวกล้องมีสีเช่นกัน

2.1.3 นิวเซลลัส (nucellus) เป็นเซลล์ที่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด แต่พันธะที่เชื่อมกันไม่ติดแน่นมาก จึงทำให้แยกจากกันได้ง่าย

2.1.4 เยื่อชั้นแอลิวโรน (aleurone layer) เป็นเยื่อที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ด มีลักษณะเป็นเยื่อหุ้มด้านหลังของเมล็ด เซลล์แอลิวโรน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เซลล์ส่วนที่ห่อหุ้มรอบนอกของเมล็ด จะมีรูปร่างเป็นลูกบาศก์ มีไซโทพลาสซึมอยู่หนาแน่น มีโปรตีน กลุ่มไขมัน นิวเคลียส เซลล์แอลิวโรนส่วนที่ห่อหุ้มลัพพะจะมีลักษณะบาง รูปร่างบาง มีไซโทพลาสซึมอยู่น้อย มีกลุ่มไขมันและโปรตีนน้อย ในส่วนของผนังเซลล์ จะมี โปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสประกอบอยู่

1) คัพภะ หรือเชื้อชีวิต เป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน จึงมีโปรตีนและไขมันอยู่เป็นจำนวนมาก จะอยู่ที่โคนเมล็ดด้านเปลือกใหญ่ มีส่วนประกอบเป็น รากอ่อน ต้นอ่อน เชื้อหุ้มรากอ่อน เชื้อหุ้มต้นอ่อน ท่อน้ำ ท่ออาหาร และใบเลี้ยงเดี่ยว

2) เนื้อเมล็ด หรือเนื้อข้าว (endosperm) มีจำนวนมากที่สุดในเมล็ดข้าว ประมาณ 80% ของน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ชั้นชั้นแอลิวโรน (subaleurone layer) มีลักษณะเป็นเซลล์ 2 ชั้น อยู่ถัดจากชั้นแอลิวโรน มีกลุ่มโปรตีนอยู่ภายใน 3 ลักษณะ คือ ลักษณะกลมใหญ่ กลมเล็ก และเป็นผลึกติดกัน อีกส่วนคือ สตาร์ชในเนื้อของเมล็ด (starchy endosperm) จะมีกลุ่มโปรตีนที่มีลักษณะกลมใหญ่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ช (starch granules)

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้อง

เนื่องจากข้าวกล้องถูกขัดสีเพียงครั้งเดียว จึงมีคุณค่าทางอาหารและโภชนาการอยู่มากมายเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวขาว เมื่อทำการวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางเคมีโดยประมาณ พบว่าแต่ละส่วนของข้าวกล้องมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ (ดวงจันทร์, 2547)

แป้ง เป็นองค์ประกอบหลักของข้าวกล้อง ประมาณ 90% ของน้ำหนักข้าว ประกอบด้วย อะไมโลสและอะไมโลเพกติน ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวมี 4 ชนิด คือ แป้ง เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และน้ำตาลอิสระ

สารประกอบไนโตรเจน ที่พบในข้าวกล้องจะเป็นพวกโปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ ประมาณ 14% โดยจะพบโปรตีนชนิดอัลบูมิน และโกลบูลินมากในข้าวกล้อง ที่บริเวณเชื้อหุ้มเนื้อแป้ง และจมูกข้าว นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวกล้องมีไลซีนสูง แต่มีกรดกลูตามิกต่ำกว่าข้าวขาว

ไขมัน ในข้าวกล้องมีไขมันเป็นองค์ประกอบ 1.6 - 2.8 % โดยจะมีมากในรำละเอียด และจมูกข้าว ซึ่งไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ กรดโอเลอิก ลิโนลิก และปาล์มิติก

วิตามิน ส่วนใหญ่จะพบบริเวณเชื้อหุ้มเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว จะเป็นวิตามินบี1 บี2 บี6 และไนอาซิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคเหน็บชา โรคปากนกกระจอก บำรุงสมอง ช่วยในการเผาผลาญอาหารประเภทแป้งและน้ำตาลให้เป็นพลังงานได้อย่างสมบูรณ์

เกลือแร่ ที่พบในข้าวกล้องจะมีชนิด และปริมาณแตกต่างกันไปตามพื้นที่เพาะปลูก เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิกอน โซเดียม และเหล็ก

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวขาวหอมมะลิ (น้ำหนัก/100กรัม)

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้องหอมมะลิ	ข้าวขาวหอมมะลิ
โปรตีน (กรัม)	7.0	6.2
ไขมัน (กรัม)	2.4	1.1
เส้นใยอาหาร (กรัม)	2.5	0.6
ถั่ว (กรัม)	1.6	0.3
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.1	80.4
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	366	356
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	27	3
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.7	-
วิตามิน B1 (มิลลิกรัม)	0.55	0.11

ที่มา : กองโภชนาการ (2544)

2.3 การใช้ประโยชน์จากข้าวกล้อง

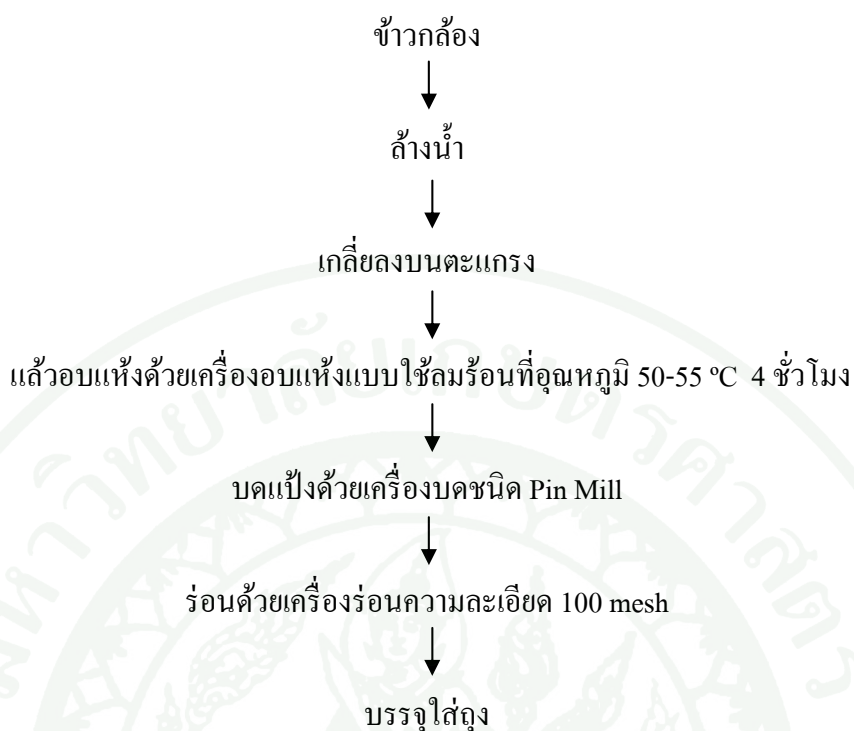
ฉัตรแก้ว (2550) ได้พัฒนาเครื่องคั้นธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ มีกรรมวิธีการทำแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ จะได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีส่วนประกอบที่เหมาะสม คือ ธัญญาหารอบกรอบ 23.66% น้ำตาลทราย 11.83% ครีมเทียม 3.94% นมผงขาดมันเนย 25.63% ถั่วอะซูกิผง 13.64% ข้าวกล้องหอมมะลิผง 13.64% อินนูลิน 6.25% วานิลลาผง 1.41% และชูคราโลส 0.0062% ผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลาง

สยามล (2544) ได้พัฒนาเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิกลั่นใบเตย โดยมีวัตถุประสงค์คือ ปลายข้าวกล้องหอมมะลิ มีส่วนประกอบที่เหมาะสม คือ แป้งปลายข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำใบเตยอัตราส่วน 1:23 น้ำตาลทราย 8% น้ำมันดอกทานตะวัน 2% อิมัลซิไฟเออร์ทวิน-60 0.2% และแคลเซียมแลคเตท 0.92% ของน้ำแป้ง มีกรรมวิธีการผลิตคือ ละลายน้ำแป้งในน้ำใบเตย คั้นในอ่างน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 85 °C นาน 6 นาที เติมน้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำผสมอิมัลซิไฟเออร์ ปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมนาน 3 นาที ผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ที่ความดัน 2500 psi นาน 15 นาที แล้วบรรจุลงขวดแล้วฆ่าเชื้อที่ 80 °C นาน 15 นาที

ดวงจงกล (2550) ได้พัฒนาเครื่องคั้นสุขภาพชนิดผงจากข้าวกล้องหอมมะลิกลั่นอกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ มีวัตถุประสงค์คือ ข้าวกล้องหอมมะลิกลั่นอก มีกรรมวิธีการผลิตโดยการอบแห้งข้าวกล้องหอมมะลิที่เพาะที่ระยะเวลาการงอก 5 วัน และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ด้วยไอน้ำร้อน จากนั้นจึงนำไปบดเป็นแป้ง มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีส่วนประกอบของเครื่องคั้นที่เหมาะสม คือ แป้งข้าวกล้องหอมมะลิกลั่นอก 20% น้ำตาลทรายป่น 20% นมผงขาดมันเนย 44.6% วานิลลาผง 5.4% และอินนูลิน 10% เป็นเครื่องคั้นที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ผู้บริโภคให้การยอมรับทั้งหมด 100%

2.3.1 แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ฉันทน (2549) กล่าวว่า แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ เป็นแป้งที่ได้จากการโม่เมล็ดข้าวให้ละเอียดเป็นแป้ง วัตถุประสงค์หลักที่ใช้คือ ข้าวหัก หรือปลายข้าว โดยนำข้าวหักมาทำความสะอาด จากนั้นนำไปโม่ต่อจนกลายเป็นแป้ง ดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มจากนำปลายข้าวมาล้างน้ำ ทำความสะอาด และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50-55 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบดชนิดแท่งบด (Pin Mill) แล้วร่อนผ่านตระแกรงขนาด 100 เมส บรรจุใส่ถุงพอลิโพรพิลีน ปิดผนึก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตแป้งขี้วกล้องหอมมะลิ

ที่มา: รัชชนก (2549)

2.3.2 ขี้วกล้องที่ผ่านการย่อย (Predigest Jasmine)

พรดรัล (2553) กล่าวว่า ขี้วกล้องที่ผ่านการย่อย คือ ผลพลอยได้จากการผลิตแป้งขี้วกล้องหอมมะลิ จากนั้นจึงนำแป้งขี้วกล้องหอมมะลิที่ได้ไปย่อยโดยใช้เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสชนิดไม่ทนความร้อน BAN 480L ดังแสดงในแผนภาพที่ 2 แล้วนำไปหมუნเหวียงแยกออกมาได้เป็นสารละลายส่วนใสและกากขี้วกล้อง โดยสารละลายส่วนใสที่ได้สามารถนำไปใช้ในการผลิตเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ส่วนขี้วกล้องที่ผ่านการย่อยที่เหลือนี้จะมีปริมาณน้ำตาลอยู่น้อยกว่าแป้งขี้วกล้องหอมมะลิ เพราะน้ำตาลจะถูกย่อยโดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสไปแล้ว นอกจากนั้นยังมีปริมาณใยอาหารที่สูงกว่าแป้งขี้วกล้องหอมมะลิ เนื่องจากส่วนที่เป็นน้ำถูกแยกออกไปแล้วจึงเหลือแต่ส่วนที่เป็นกากอาหารและเส้นใย เหมาะสำหรับนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำตาลและต้องการปริมาณเส้นใยสูง

แป้งข้าวกึ่งหอมมะลิผสมน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:3.7 ใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
และเติมแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) 200 ส่วนในล้านส่วน



ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 6.5-7 ด้วย 0.5 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)



เติมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) BAN 480L เข้มข้น 0.10% w/v



ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ และย่อยในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ที่ 75 °C

เป็นเวลา 20 นาที



ต้มในน้ำเดือด 10 นาที



หมุนเหวี่ยงแยกที่ 5,000 rpm 30 นาที



สารละลายใส



ข้าวกึ่งที่ผ่านการย่อย

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการย่อยแป้งข้าวกึ่งหอมมะลิด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

ที่มา : พรดรัถ (2553)

3. นมผง

นมผง เป็นนมสดที่ระเหยเอาน้ำออกจนหมดด้วยกรรมวิธีการทำแห้ง (drying) โดยที่เสียคุณค่าทางอาหารน้อยที่สุด เพื่อรักษาคุณภาพของน้ำนมให้ใกล้เคียงกับน้ำนมสด และเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษาและขนส่ง (สุวรรณ, 2530)

3.1 ประเภทของนมผง

3.1.1 นมผงธรรมดา (Dry whole milk) เป็นนมผงที่ไม่มีการแยกเอาส่วนประกอบใดๆ ออกจากน้ำนม มีมันเนยมากกว่า 26% ทำให้เก็บไม่ได้้นานเพราะมีมันเนยค่อนข้างสูง จึงนิยมใช้ในการผลิตนมสดพร้อมดื่ม

3.1.2 นมพร่องมันเนย (Partly non-fat dry milk or Partly dry skim milk) เป็นนมผงที่ทำจากน้ำนมที่แยกมันเนยออกบางส่วน มีมันเนยอยู่ระหว่าง 1.5% - 26% นิยมนำไปผลิตนมพร้อมดื่มเช่นกัน

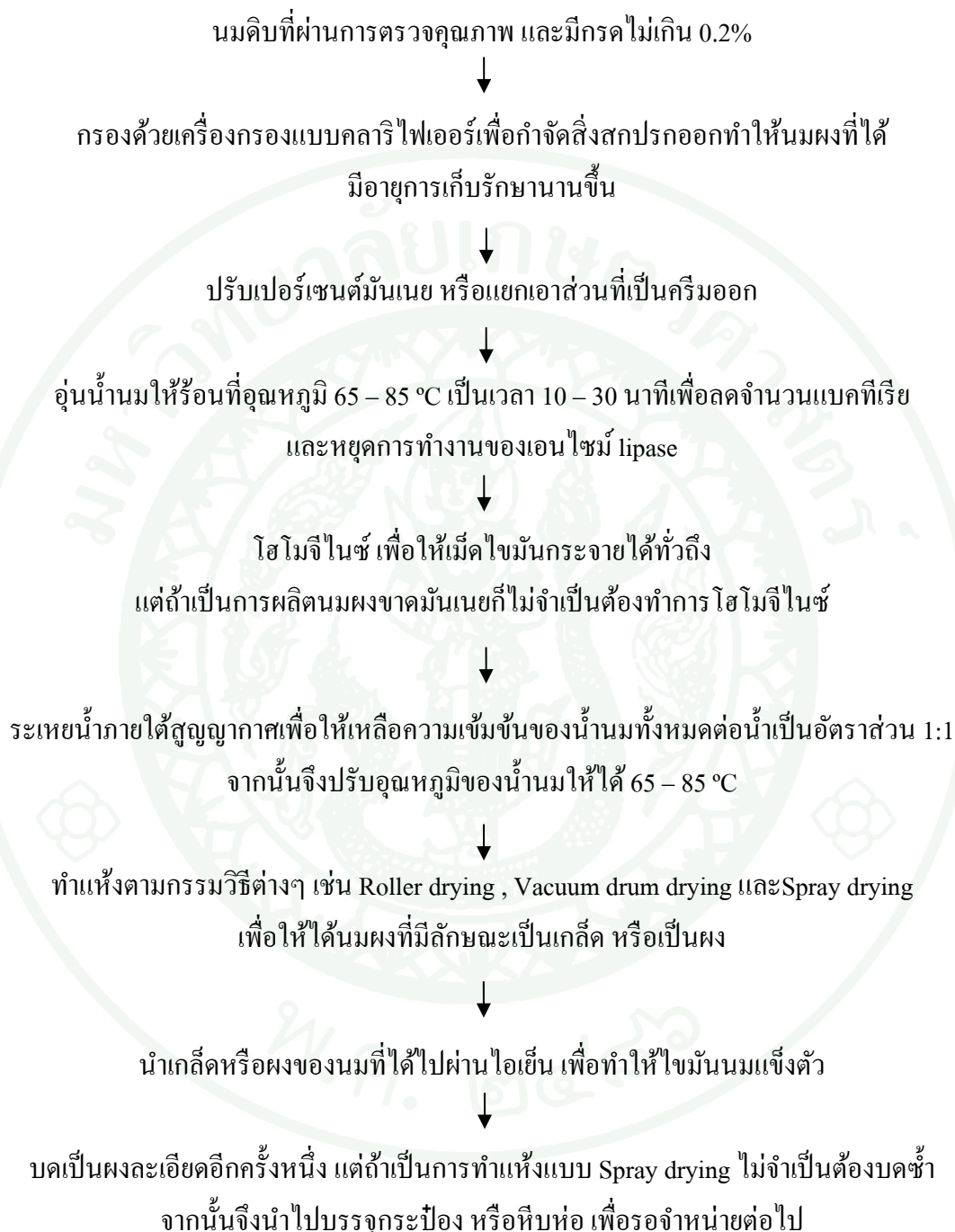
3.1.3 นมผงขาดมันเนย (Non-fat dry milk or Dry skim milk) เป็นนมผงที่ทำจากน้ำนมที่แยกไขมันเนยออกเกือบหมด มีมันเนยอยู่ไม่เกิน 1.5% นิยมใช้ในการผลิตน้ำนมคั้นรูป น้ำนมปรุงแต่ง น้ำนมแปลงไขมัน ฯลฯ

ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของนมผงใน 100 กรัม

สารอาหาร	นมผงธรรมดา	นมผงขาดมันเนย
พลังงาน (Kcal)	499	358
น้ำ (กรัม)	3.0	3.3
โปรตีน (กรัม)	26.1	38.1
ไขมัน (กรัม)	26.8	0.5
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	38.4	50.3
เกลือ (กรัม)	5.7	7.8
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	864	1185
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	722	923
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.1	0.8
Retinol (µg)	842	0
Beta Carotene (µg)	174	0
Total Vit.A (RE) (µg)	871	0
Vit.E	1.91	0
Thiamin (mg)	0.29	0.25
Riboflavin (mg)	1.92	3.42
Niacin (mg)	0	1.2

ที่มา: กองโภชนา (2544)

3.2 กรรมวิธีในการผลิตนมผง



ภาพที่ 3 กรรมวิธีการผลิตนมผง

ที่มา: คัดแปลงจาก สุวรรณ (2530)

3.3 คุณลักษณะของนมผง

นมผงต้องมีสีขาว หรือสีครีม ไม่เป็นก้อนแข็ง ปราศจากกลิ่นรสที่น่ารังเกียจ ผุ่นผง สารพิษ หรือสิ่งแปลกปลอม นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณลักษณะของนมผงธรรมดาและนมผงขาดมันเนย

คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	
	นมผงธรรมดา	นมผงขาดมันเนย
มันเนย ร้อยละของน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 26	ไม่เกิน 1.5
ความชื้น ร้อยละของน้ำหนัก	ไม่เกิน 5	ไม่เกิน 5
ปริมาณกรดที่ติเตรตได้ (titratable acidity)	ไม่เกิน 0.17	ไม่เกิน 0.17
คำนวณเป็นกรดแลคติก		
อัตราการละลาย (solubility index)	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 1
ลูกบาศก์เซนติเมตร		
ผงไหม้เกรียม (scorched particles) มิลลิกรัม	ไม่เกิน 22.5	ไม่เกิน 22.5
ปฏิกิริยาฟอสฟาเตส (phosphatase activity)		
ฟีนอล (phenol) ไมโครกรัม	ไม่เกิน 4	ไม่เกิน 4
พารา-ไนโตรฟีนอล (p-nitrophenol)	ไม่เกิน 10	ไม่เกิน 10
ไมโครกรัม		

ที่มา: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมผง (2524)

4. สารให้ความหวาน

สารให้ความหวานเป็นสารเคมีอย่างหนึ่งที่ใช้กันมาก ซึ่งจะให้รสหวานเหมือนน้ำตาลแต่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการและไม่ให้พลังงาน ใช้แทนน้ำตาลทั่วไปซึ่งผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถใช้ได้ ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารแทนน้ำตาลสำหรับผู้ป่วย หรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้หลายชนิด (กล้าณรงค์, 2542)

4.1 แอสพาแทม (Aspartam)

แอสพาแทม มีชื่อทางการค้าว่า Nutra sweet มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว และไม่มีกลิ่น มีความหวานประมาณ 180 – 200 เท่าของซูโครส จึงใช้ในปริมาณน้อยเพื่อให้ได้ความหวานตามต้องการ เมื่อเผาผลาญจะให้พลังงาน 0.4 กิโลแคลอรี/กรัม

แอสพาแทมสามารถละลายได้ในน้ำและแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในไขมันและน้ำมัน จะเกิดการสลายตัวถ้านำไปใช้ในการทำขนมอบ หรือกระบวนการ retort แอสพาแทมมีความเสถียรที่สุดที่ pH ช่วง 3 – 5 แต่ pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ 4.3 ถ้าต่ำกว่านี้ dipeptide จะเกิดการย่อยสลาย และถ้า pH สูงกว่า 5.0 จะเกิดการจับเป็นวงของ diketopiperazine นิยมใช้ในอุตสาหกรรมน้ำอัดลม และ soft drink

4.2. แซคคาริน (Saccharine)

แซคคาริน จะอยู่ในรูปของ กรดและเกลือ เมื่ออยู่ในรูปของกรดไม่นิยมใช้ในอาหาร เพราะละลายได้น้อย มีความหวานมากกว่าซูโครส 300 – 400 เท่า โดยจะหวานเพิ่มขึ้นทีละน้อย แล้วจะหวานอยู่นานจนรู้สึก ขม ฝาด กระด้าง เนื่องจากแซคคารินไม่ถูกเผาผลาญ จึงไม่ให้พลังงาน

แซคคาริน สามารถละลายได้ในน้ำและตัวทำละลายอื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์ กลีเซอรอล ที่ 25 องศาเซลเซียส มีการประกาศห้ามใช้แซคคาริน โดย National Academy of Science เพราะเป็นสารก่อมะเร็งอย่างอ่อน เมื่อปี ค.ศ. 1979

4.3 ไซลิทอล (Xylitol)

ไซลิทอล เรียกอีกอย่างว่า wood sugar พบได้ตามเปลือกไม้ ผัก ผลไม้ เช่น กะหล่ำปลี มะเขือยาว เป็นต้น เป็นน้ำตาลที่ไม่มีกลิ่น ให้ความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลทราย แต่จะให้พลังงานน้อยกว่าน้ำตาลทั่วไปร้อยละ 40 ไซลิทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 5 อะตอม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

4.4 ซอร์บิทอล (sorbitol)

ซอร์บิทอล พบได้ตามธรรมชาติในผักและผลไม้ หรืออาจผลิตจากน้ำตาลข้าวโพด ให้ความหวานน้อยกว่าน้ำตาลซูโครส 0.5 เท่า หรือให้ความหวานเพียง 50% ของน้ำตาล ถ้ารับประทานเป็นปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการท้องเดินหรือท้องอืด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

4.5 อะซิซัลเฟม เค (Acesulfame K)

อะซิซัลเฟม เค มีความหวานมากกว่าสารละลายซูโครส ประมาณ 200 เท่า ถึงแม้ความหวานจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ก็มี after test เพียงเล็กน้อย และไม่มีการเผาผลาญในร่างกาย จึงไม่ให้อาหารพลังงาน และยังคงขับออกไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงและไม่สะสมในร่างกายอีกด้วย

อะซิซัลเฟม เคสามารถละลายน้ำได้ง่ายแม้ในอุณหภูมิปกติ เมื่อได้รับความร้อนจะเสถียรมากกว่าน้ำตาลซูโครส และสามารถทนความร้อนได้สูงถึง 200 องศาเซลเซียส จึงนิยมใช้ในอาหารอบ ขนมอบต่างๆ และเครื่องดื่มที่ให้พลังงานต่ำ

4.6 ซูคราโลส (Sucralose)

ซูคราโลส เป็นสารให้ความหวานที่ไม่ให้อาหารพลังงาน ถูกสร้างจากการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้น แล้วแทนที่กลุ่มไฮดรอกซิล 3 ตำแหน่งด้วยอะตอมสารคลอรีน ทำให้มีสูตรโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาล มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มี after test มีความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลซูโครส ร่างกายของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะไม่ดูดซึมซูคราโลส หรือดูดซึมได้น้อยมากโดยไม่มีการแตกตัว และจะขับออกมาโดยเร็ว เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เพราะไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดหรือระดับอินซูลิน และไม่ทำให้ฟันผุ

ซูคราโลส ไม่มีรสชาติผิดปกติ หรือรสขมหลังรับประทาน สามารถละลายได้ดีในน้ำ และแอลกอฮอล์ มีความคงตัวสูงในช่วง pH 1.5-1.0 และอุณหภูมิตั้งแต่ -18 ถึง 210 องศาเซลเซียส และสามารถรวมตัวกับผลิตภัณฑ์ด้านอาหารและเครื่องดื่มได้ง่าย ในระดับอุตสาหกรรมจะใช้ซูคราโลสในรูปของเหลวที่มีความเข้มข้นสูง (เบญจวรรณ, 2548)

ซูคราโลส องค์การอนามัยโลก(WHO)และองค์การอาหารและเกษตรกรรมแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้ให้การยอมรับความปลอดภัยของซูคราโลสตั้งแต่ปี ค.ศ.1990 จึงทำให้ประเทศต่างๆยอมรับการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานในอาหารเพิ่มมากขึ้น

4.7 เออริทริทอล (Erythritol)

เออริทริทอล เป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำ คือ 0.2 กิโลแคลอรี/กรัม พบได้ปริมาณน้อยตามธรรมชาติในผลไม้ และผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากการหมัก แต่ในทางอุตสาหกรรมจะผลิตจากแป้งข้าวโพดและแป้งสาลี โดยการย่อยด้วยเอนไซม์จนได้น้ำตาลกลูโคส แล้วผ่านกระบวนการหมักชีวภาพด้วยยีสต์ *Moniliella pollinis* หรือ *Trichosporonoides megachliensis* มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีความหวานร้อยละ 60 – 80 ของน้ำตาลซูโครส เนื่องจากมีโมเลกุลขนาดเล็ก ร่างกายสามารถดูดซึมได้เกือบทั้งหมดแต่จะไม่ถูกย่อย จะถูกขับออกทางปัสสาวะโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เพราะไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดหรืออินซูลิน

สามารถใช้ผสมกับสารให้ความหวานชนิดอื่นๆที่มีความหวานมาก ให้มีความหวานลดลงได้ มีส่วนช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เพราะทำให้ค่า Water Activity (a_w) ลดลง เมื่อรับประทานจะให้ความรู้สึกเย็นในปาก จึงนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์หมักฝรั่ง ลูกกวาด ช็อกโกแลต

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USFDA) อนุญาตให้ใช้เออริทริทอลตามประกาศของ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) เมื่อปี ค.ศ. 1999

5. กระบวนการอบแห้ง

การอบแห้งอาหาร อาศัยหลักการที่ว่า ปริมาณน้ำและความชื้นในอาหาร เป็นตัวการทำให้ อาหารเน่าเสีย ดังนั้นการดึงน้ำออกจากอาหาร ความชื้นก็จะลดลง ทำให้อาหารเหล่านั้นสามารถเก็บ รักษาได้นานขึ้น การอบแห้งมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ เพื่อลดปริมาณน้ำในอาหาร ป้องกันการเน่า เสีย และเพื่อลดน้ำหนักของอาหาร เพื่อความสะดวกต่อการขนส่ง (สมบัติ, 2529)

5.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอบแห้ง

ลักษณะธรรมชาติของอาหาร ถ้าอาหารเป็นรูปพูนมาก อัตราการอบแห้งก็จะเร็ว และ ถ้ามีพื้นที่ผิวมาก อัตราการอบแห้งก็จะเร็วขึ้น

ขนาดและรูปร่างอาหาร อัตราการอบแห้งจะเป็นสัดส่วนที่ผกผันกับความหนาของ อาหาร ยิ่งอาหารหนามาก อัตราการอบแห้งก็จะเกิดได้ช้าลง

ปริมาณอาหาร ถ้าใส่อาหารในเครื่องอบแห้งมากเกินไป จะทำให้การอบแห้งไม่ สามารถทำได้ทั่วถึง ความร้อนเข้าไม่ค่อยถึง ยิ่งถ้าจัดเรียงไม่ดีแล้ว อัตราการอบแห้งจะเกิดได้ช้า

ความสัมพัทธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม การระเหยน้ำออกจะทำ ได้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นกับความชื้นของอากาศและความเร็วลม นอกนั้นอุณหภูมิก็เป็นปัจจัยที่ สำคัญเช่นกัน งานวิจัยของ จัตุรแก้ว (2550) กล่าวว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งจะทำให้ค่า ความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตีมีแนวโน้มลดลง

ความดัน ถ้าความดันต่ำ น้ำก็จะเดือดที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดัน ก็จะทำให้อัตราการอบแห้งเกิดได้เร็วขึ้น

5.2 ผลของการอบแห้งต่อคุณค่าทางอาหาร

การทำแห้งต่อโปรตีน ถ้าโปรตีนได้รับความร้อนสูงจะสูญเสียสภาพธรรมชาติไป (denature) ดังนั้นคุณค่าทางอาหารของโปรตีนจะลดลงเหลือแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับวิธีการทำแห้ง ถ้า ทำแห้งโดยใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน คุณค่าทางอาหารของโปรตีนก็จะยิ่งลดลงมาก

การทำแห้งต่อไขมัน ไขมันเป็นตัวทำให้เกิดการเหม็นหืนในอาหาร ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเหม็นหืนได้เร็วขึ้น ดังนั้นการทำแห้งจึงควรคำนึงถึงการเหม็นหืนด้วย ควรหลีกเลี่ยงการทำแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูง อาจทำภายใต้สภาพสุญญากาศ หรือใช้สารเคมีบางอย่างช่วยลดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การทำแห้งต่อคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนสูง คือ เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning) โดยเฉพาะผลไม้จะเกิดการเปลี่ยนสีในขณะทำแห้ง ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้จะเกิดในอาหารที่มีความชื้นตั้งแต่ 1.3%

5.3 การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum dried)

การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกนิยมใช้ในการทำอาหารแห้งหลายชนิด โดยเฉพาะอาหารที่สามารถอยู่ในสภาพละลายได้ หรือมีสภาพเป็นของเหลวที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งอยู่ในรูปของ slurries หรือ paste สามารถจับเป็นแผ่นฟิล์มบางๆรอบลูกกลิ้งได้ โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่น หรือเป็นผง

เครื่องอบแห้งชนิดนี้สามารถทำอาหารแห้งได้ทั้งในสภาพบรรยากาศธรรมดา และสภาพสุญญากาศ จึงสามารถอบแห้งอาหารที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ และยังเป็นการรักษาคุณภาพของอาหารไว้อีกด้วย

5.3.1 ประเภทของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกจะมีลูกกลิ้งหนึ่งตัวหรือสองตัวก็ได้ ถ้าเป็นแบบลูกกลิ้งคู่จะมีลูกกลิ้งสองตัววางคู่กัน ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งสามารถปรับได้ ภายในลูกกลิ้งจะมีไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนในระหว่างการทำงาน นอกจากนี้ยังมีใบมีด (knife) สำหรับกรีดแผ่นอาหารที่แห้งแล้วออกจากเครื่อง ซึ่งเครื่องอบแห้งนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1) แบบลูกกลิ้งเดี่ยว คือ เครื่องอบแห้งจะมีลูกกลิ้งตัวเดียว โดยจะป้อนอาหารเหลวจากด้านล่างด้วยเครื่องสูบ (pump) แล้วลูกกลิ้งจะหมุนรอบภายใน มีไอน้ำเป็นแหล่งให้ความร้อน และใบมีดจะกรีดอาหารที่แห้งแล้วออกไป

2) แบบลูกกลิ้งคู่ คือ เครื่องอบแห้งจะมีลูกกลิ้ง 2 ตัว และยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามทิศทางการหมุนของลูกกลิ้ง ดังนี้

Double-drum dryers ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ตัวหมุนเข้าหากัน โดยอาหารเหลวจะถูกป้อนอยู่ระหว่างช่องว่างของลูกกลิ้ง ความหนาของแผ่นฟิล์ม ขึ้นกับคุณสมบัติของอาหาร ผิวหน้าของลูกกลิ้ง และระยะห่างช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง

Twin-drum dryers ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ตัวหมุนออกจากกัน มีหลักการเหมือนกับ Double-drum dryers แต่ระยะห่างช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งไม่มีผลต่อความหนาของแผ่นฟิล์ม แต่สามารถปรับได้โดยให้ลูกกลิ้งจุ่มลงในอาหารเหลว แต่ถ้าอาหารไม่เกาะติดกับลูกกลิ้ง จะใช้วิธีพ่นอาหารเหลวด้านบนของลูกกลิ้งแทน

5.3.2 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก

อาหารเหลวที่จะทำแห้งจะต้องมีความข้นหนืดพอสมควร โดยอาหารจะถูกป้อนลงบนช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองซึ่งหมุนสวนทางกัน สามารถปรับความเร็วของลูกกลิ้งได้ ภายในจะมีไอน้ำไหลเข้าไปเป็นตัวให้ความร้อนแก่อาหารเหลว ความเร็วของลูกกลิ้ง และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารที่ต้องการ เมื่ออาหารเหลวขึ้นติดเป็นแผ่นฟิล์มบนลูกกลิ้ง เมื่อลูกกลิ้งหมุนไปครบ 1 รอบจะแห้งพอดี และใบมีดจะกรีดเอาอาหารแห้งนั้นออกมา ซึ่งจะได้อาหารแห้งที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ หรือเป็นผง

อาหารเหลวที่จะนำมาทำแห้งถ้ามีความเข้มข้นต่ำเกินไป อาจจะระเหยน้ำออกไปบางส่วนก่อนนำมาทำแห้ง ในระหว่างที่เครื่องทำงาน เมื่อลูกกลิ้งหมุนไปความร้อนจากลูกกลิ้งจะทำให้ความชื้นที่แผ่นฟิล์มระเหยไป เมื่อแผ่นฟิล์มแห้งจะถูกใบมีดกรีดออก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ซึ่งความชื้นนั้นจะขึ้นกับ อัตราการหมุนของลูกกลิ้ง อุณหภูมิที่ผิวหน้าของลูกกลิ้ง ความหนาของแผ่นฟิล์ม ปริมาณเนื้ออาหาร และความหนืดของอาหาร

5.3.3 ปัจจัยที่มีผลการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก

ในการทำอาหารแห้งนั้น จะต้องทราบคุณสมบัติของอาหารประเภทนั้นๆ ก่อน เช่น การละลาย ความหนืด การทนความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องควบคุมในระหว่างการทำงาน คือ ขนาดของลูกกลิ้ง อัตราการหมุนของลูกกลิ้ง ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง อัตราการป้อนอาหารเหลว ความเรียบของผิวหน้าลูกกลิ้ง ความคมของใบมีด ระยะห่างจากลูกกลิ้ง ความเย็นก่อนถึงใบมีด และปริมาณไอน้ำที่ป้อนเข้าสู่ลูกกลิ้ง งานวิจัยของ พรรณพิลาส (2547) พบว่า การทำแห้งโง้งลูกเดือย ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกด้วยความเร็วรอบของลูกกลิ้งที่เพิ่มขึ้น โง้งที่ได้จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย

6. โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)

เป็นตัวแทนคณิตศาสตร์ ที่สร้างเพื่อบรรยายและเป็นตัวแทนของปัญหาในการตัดสินใจเกี่ยวกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด (ศิริลักษณ์, 2547)

ประโยชน์ของโปรแกรมเชิงเส้นตรง สามารถนำมาใช้แก้ปัญหางานในหลายๆ ด้าน เช่น การพัฒนาแผนการผลิต การเลือกส่วนผสมในการผลิตสินค้าต่างๆ การตัดสินใจใช้เครื่องจักรได้อย่างเหมาะสม การกำหนดวิธีการขนส่งสินค้าไปยังจุดต่างๆ การจัดสรรด้านงบประมาณด้านการประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

นัตร์แก้ว (2550) ได้พัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ ด้วยเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ลินโด (Linear Interactive and Discrete Optimizer) เพื่อให้ได้สูตรของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสม

การกำหนดตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง จะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ และข้อกำหนดต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวแบบที่เป็นตัวแทนที่ดีของปัญหาที่จะใช้ศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายที่ต้องการแก้ปัญหา
2. กำหนดแนวทางในการตัดสินใจ
3. เขียนปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรแต่ละอย่าง
4. กำหนดตัวแปรเพื่อการตัดสินใจเฉพาะกรณี

5. กำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปร และข้อจำกัดต่างๆ ในรูปแบบของสมการ หรืออสมการที่สัมพันธ์กัน

โปรแกรมเชิงเส้นตรงประกอบด้วย สมการเป้าหมาย (objective function) อาจอยู่ในรูปของค่าสูงสุด หรือค่าต่ำสุด และ ข้อจำกัดต่างๆ (constrains) ที่จะต้องคำนึงถึงเพื่อบรรลุเป้าหมาย

การกำหนดสมการเป้าหมาย หรือข้อจำกัด ต้องเริ่มจาก การวิจัย เก็บข้อมูล การค้นคว้า ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปรในการตัดสินใจ และค่าสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมาย และสมการข้อจำกัดได้อย่างถูกต้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ
 - 1.1 ปลายข้าวกล้องหอมมะลิ จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
 - 1.2 ลูกเดือย ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ชัยยะ จำกัด
 - 1.3 นมผง ตรา คุณิต จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
 - 1.4 ครีมเทียม ตรา คอฟฟี่เมต บริษัท ซี เอ็ม วาย เค จำกัด
 - 1.5 ชูคราโลส บริษัท ยูซิง จำกัด
 - 1.6 เออร์ทริทอล บริษัท ยูซิงจำกัด
 - 1.7 โกโก้ผง ตรา ทิวลิป บริษัท ซีโน แปซิฟิค จำกัด
 - 1.8 วิตามินพีเอ็มก บริษัท อดินพ จำกัด
2. อุปกรณ์ในการเตรียมการเตรียมวัตถุดิบ
 - 2.1 เครื่องบดแป้งชนิด Pin Mill
 - 2.2 เครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray Dryer)
 - 2.3 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double Drum Dryer)
 - 2.4 อุปกรณ์เครื่องครัว
3. อุปกรณ์ในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน
 - 3.1 เครื่องผสม (Mixer) บริษัท เขียวเฮง ประเทศไทย
 - 3.2 เครื่องชั่ง บริษัท scientific promotion Co. Ltd.
 - 3.3 อุปกรณ์เครื่องครัว

4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- 4.1.1 เครื่องวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM – 3500 d
- 4.1.2 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield) รุ่น DV-III หัววัดชนิด spindle เบอร์ RV1
- 4.1.3 เครื่องวัด Water Activity ยี่ห้อ Novasiana MS1- Aw ประเทศสวีเดน

4.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เกลือ, เส้นใยหยาบ

4.3 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 4.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- 4.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave Steam Sterilizer)
- 4.3.3 ตู้สำหรับบ่มเชื้อจุลินทรีย์

4.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- 4.4.1 อุปกรณ์ทดสอบทางประสาทสัมผัส
- 4.4.2 แบบสอบถาม

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์
- 5.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

วิธีการ

1. สำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และสารให้ความหวาน

1.1 สำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ทำการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ร้านขายยา ในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดจันทบุรี ระหว่างวันที่ 1-30 พฤศจิกายน 2551 โดยการสังเกตและบันทึกรายละเอียดในด้านของ ตราสินค้า, ผู้ผลิต, รูปแบบ, ขนาด, ราคา, ภาชนะบรรจุ, ลักษณะปรากฏ, ปริมาณในการบริโภค, อัตราส่วนในการเติมน้ำ, ส่วนผสม และข้อมูลทางโภชนาการ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

1.2 สำรวจตลาดผลิตภัณฑ์สารให้ความหวาน

ทำการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้า และซูเปอร์มาร์เก็ต ในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 1-30 พฤศจิกายน 2551 ในด้านของ ตราสินค้า ราคา ลักษณะปรากฏ ส่วนผสม ข้อมูลทางโภชนาการ ปริมาณในการบริโภค เพื่อใช้เป็นส่วนผสมทดแทนการใช้น้ำตาลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

1.3 วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่ได้จากการสำรวจตลาดมาวิเคราะห์คุณภาพ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

- ก. วิเคราะห์ค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield
- ข. วิเคราะห์ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด Water Activity
- ค. วิเคราะห์ค่าความชื้นตามวิธีของ AOAC.(2000)

ง. วิเคราะห์ค่าดัชนีการละลาย (Anderson et al., 1969) โดยชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม ละลายน้ำอุ่น (50 °C) ใส่ในหลอดเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเป็นช่วงๆ เป็นเวลา 30 นาที และนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงแยก (Centrifuge) ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที แยกส่วนใสและเจลดออกจากกัน โดยนำเจลที่ได้ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าดัชนีการดูดซับน้ำ ส่วนใสที่แยกออกมานำไปประเหบบนอ่างน้ำร้อน (Water Bath) และนำไปอบที่ตู้อบ (Hot Air Oven) จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าดัชนีการละลาย

$$\text{ดัชนีการละลาย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่ได้จากส่วนใส} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}$$

จ. วิเคราะห์ค่าดัชนีการดูดซับน้ำ (Damardjati and Luh, 1987)

$$\text{ดัชนีการดูดซับน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักของเจล} - \text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}$$

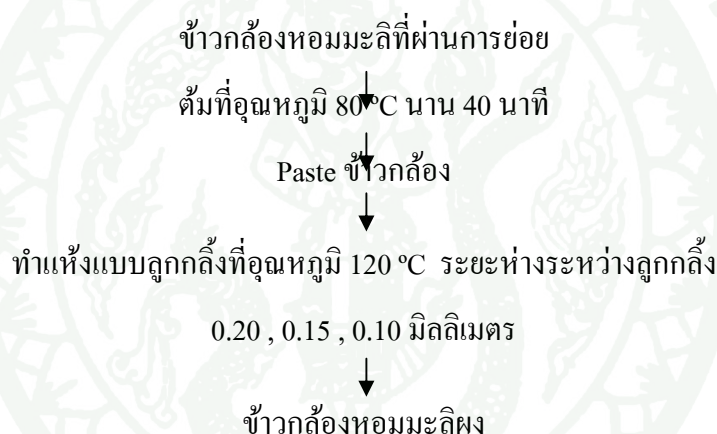
2. ดำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ทำการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ได้แก่ ความถี่ในการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูป วัตถุประสงค์ในการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูป ลักษณะของเครื่องดื่มสำเร็จรูป ที่ต้องการ ความสนใจที่มีต่อเครื่องดื่มสำเร็จรูป และปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆของเครื่องดื่มสำเร็จรูป โดยสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 100 ชุด โดยสำรวจที่โรงพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี และสถานีอนามัยจังหวัดจันทบุรี ระหว่างวันที่ 1 – 15 มิถุนายน 2552 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่ ร้อยละ และหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean)

3. ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และการวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 ศึกษาการทำแห้งข้าวกล้องหอมมะลิผง

นำข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านย่อยตามวิธีของ พรดรัล (2553) ดังแสดงในภาพที่ 2 มาทำแห้ง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ที่อุณหภูมิ 120°C แล้วนำมาศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสม โดยจัดการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ทำการศึกษาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่เหมาะสมต่อการทำแห้ง ได้แก่ 0.20 , 0.15 , 0.10 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง

ที่มา: ดัดแปลงจากฉัตรแก้ว (2550)

นำข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด Water Activity (Novasiana MS1-Aw, Switzerland)

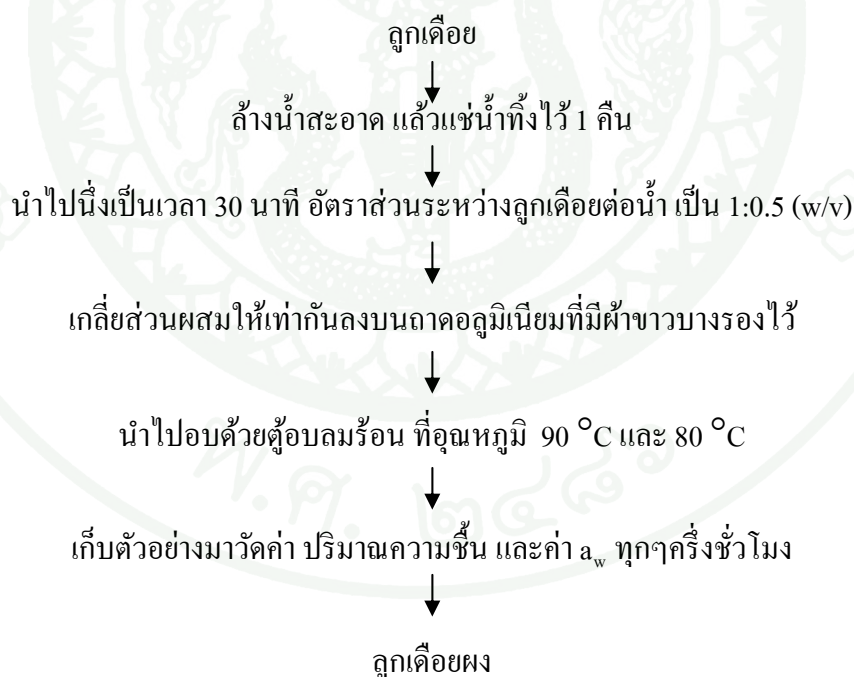
ข. ค่าสี ระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM – 3500 d

ค. ค่าความชื้น ตามวิธีของ AOAC.(2000)

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้วิธี Duncan's New Multiple's Range Test เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าคุณภาพ และทดสอบอิทธิพล (Effect) ของปัจจัยที่มีต่อค่าคุณภาพของสิ่งทดลอง

3.2 ศึกษาการทำแห้งลูกเดี๋ย

เตรียมวัตถุดิบโดยล้างลูกเดี๋ยด้วยน้ำสะอาดและแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นจึงนำไปนึ่งด้วยอัตราส่วนระหว่างลูกเดี๋ยต่อน้ำ เป็น 1:0.5 (w/v) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาศึกษากราฟการทำแห้ง (drying curve) โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 2 ระดับคือ 90°C และ 80°C เมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ ครึ่งชั่วโมง จะนำลูกเดี๋ยที่ผ่านการอบแห้งที่เวลาต่างๆ ไปวัดปริมาณความชื้น และค่า a_w ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กรรมวิธีผลิตลูกเดี๋ยผง

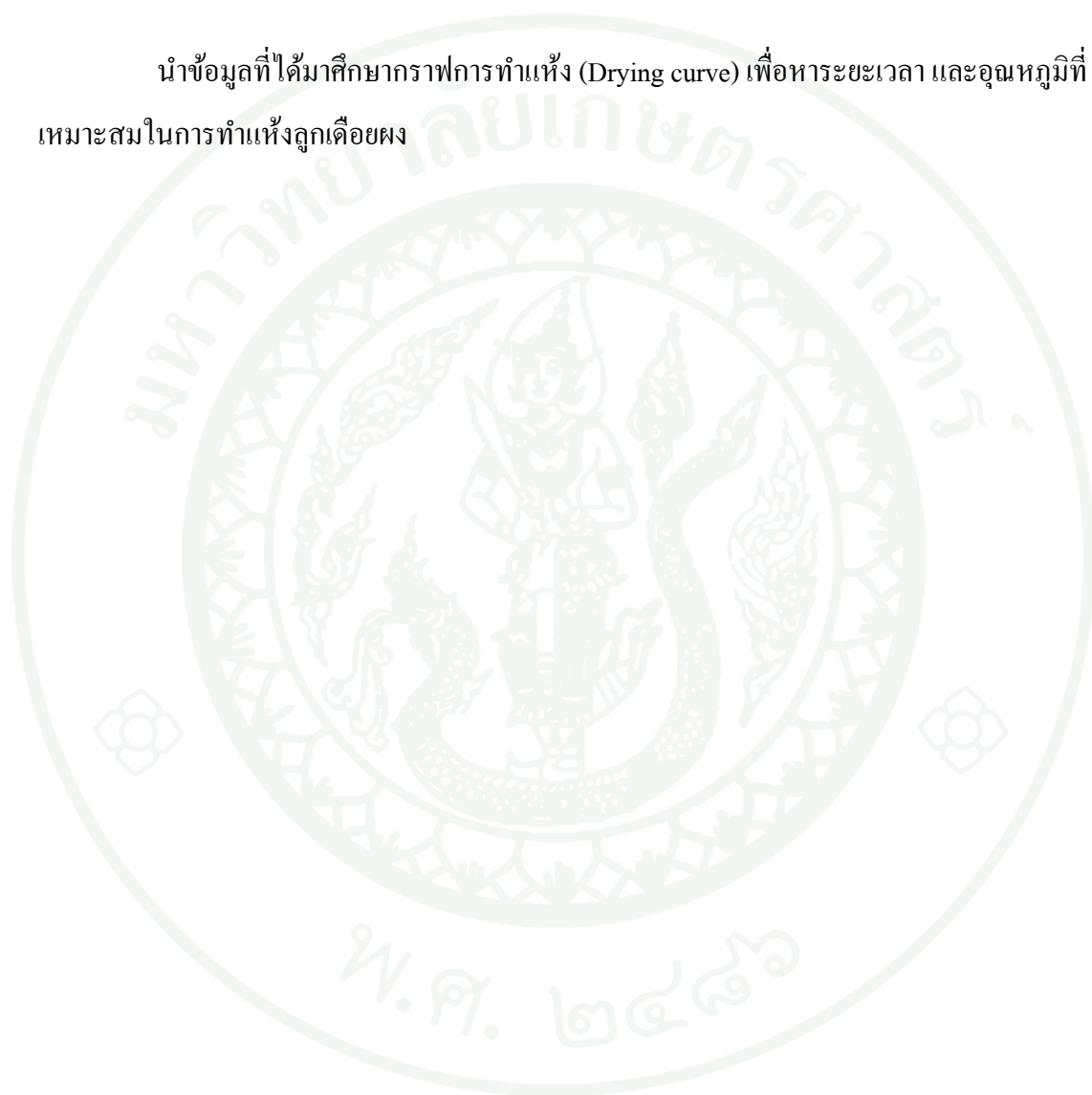
ที่มา: ดัดแปลงจาก พรรณพิลาศ (2547)

นำลูกเดี๋ยผงที่ผ่านการอบแห้งที่เวลาต่างๆมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. วิเคราะห์ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด Water Activity (Novasiana MS1-Aw, Switzerland)

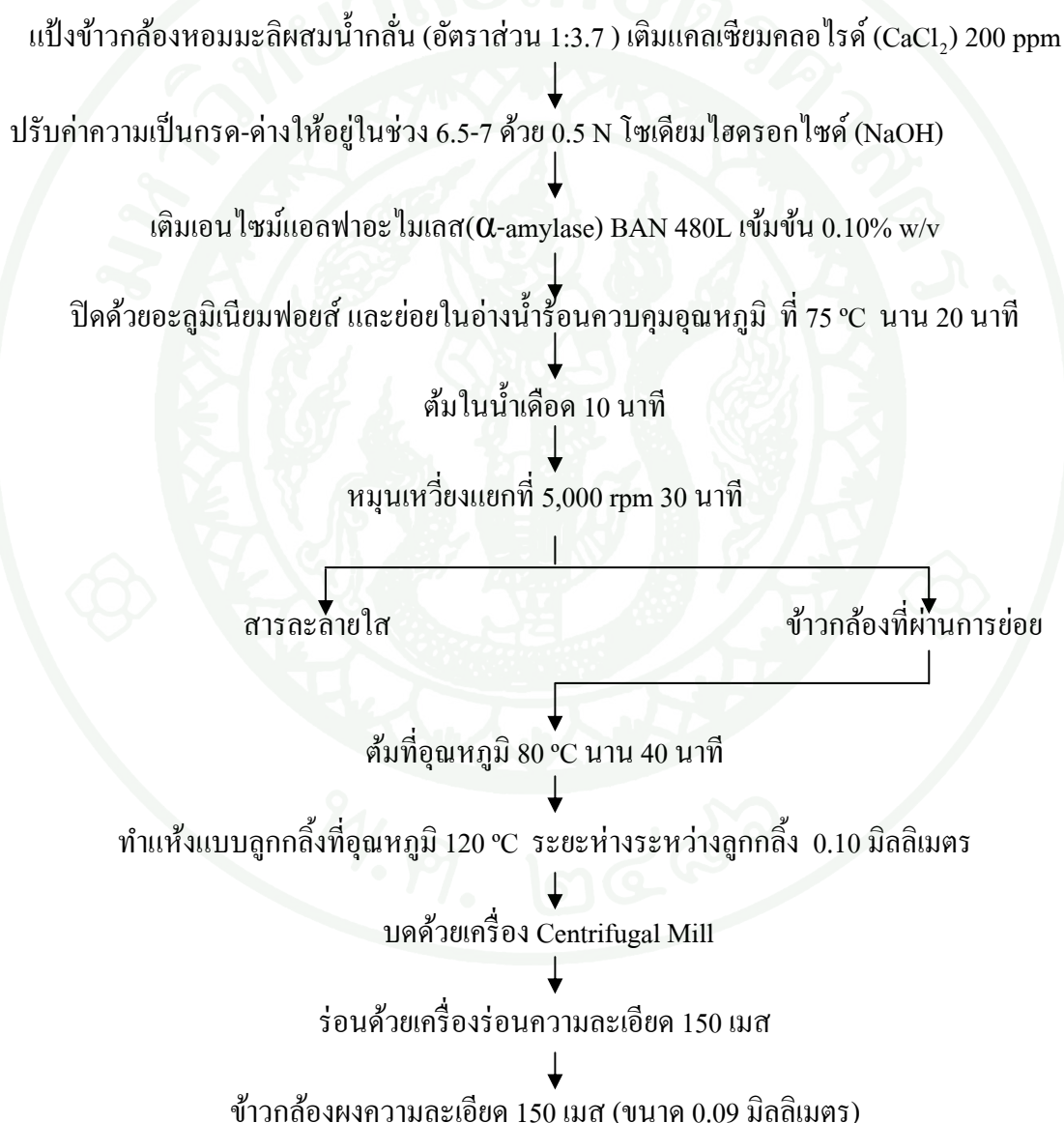
ข. วิเคราะห์ค่าความชื้น ตามวิธีของ AOAC.(2000)

นำข้อมูลที่ได้มาศึกษากราฟการทำแห้ง (Drying curve) เพื่อหาระยะเวลา และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งลูกเดี๋ยผง



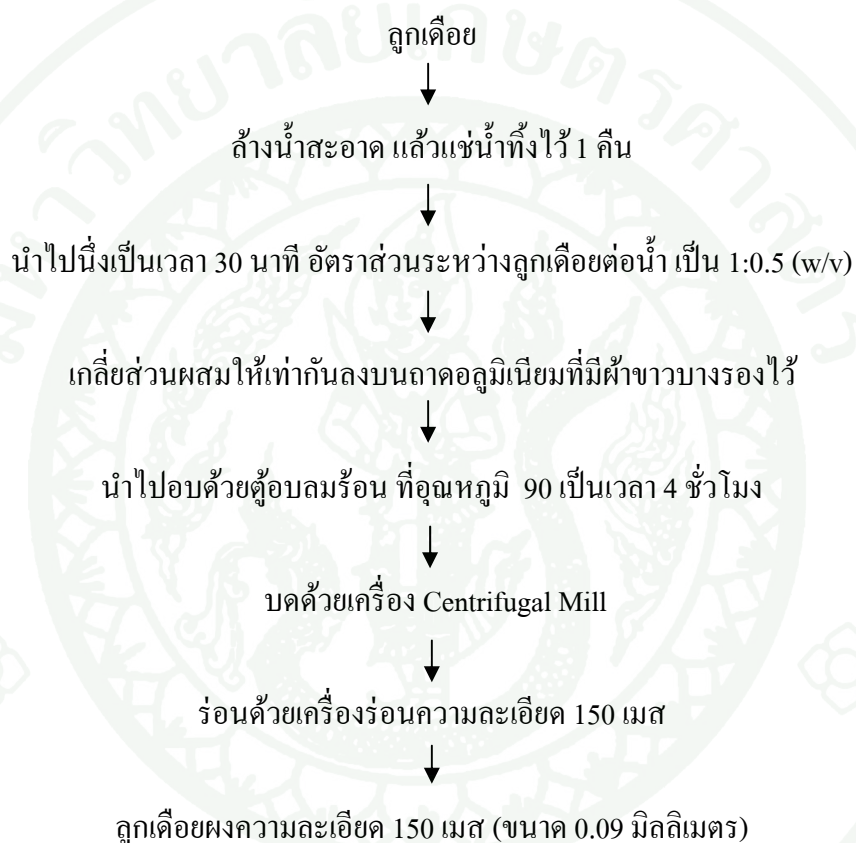
3.3 ทำการผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดี๋ยยผง

นำข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยตามวิธีของ พรดัล (2553) มาทำแห้ง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.10 มิลลิเมตร จากแล้วบดด้วยเครื่อง Centrifugal Mill และร่อนด้วยเครื่องร่อนความละเอียด 150 เมส ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผงขนาด 150 เมส

ผลิตลูกเดี๋ยพวงโดยล้างลูกเดี๋ยด้วยน้ำสะอาดและแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นจึงนำไป
นึ่งด้วยอัตราส่วนระหว่างลูกเดี๋ยต่อน้ำ เป็น 1:0.5 (w/v) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปอบแห้งด้วย
ตู้อบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นจึงบดด้วยเครื่อง Centrifugal
Mill และร่อนด้วยเครื่องร่อนความละเอียด 150 เมส ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กรรมวิธีผลิตลูกเดี๋ยพวงขนาด 150 เมส

3.4 การวิเคราะห์คุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดี๋ยผง

3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ก. วิเคราะห์ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด Water Activity

ข. วิเคราะห์ค่าสี ในระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ค. วิเคราะห์ค่าดัชนีการละลาย (Anderson et al., 1969)

ง. วิเคราะห์ค่าดัชนีการดูดซับน้ำ (Damardjati and Luh, 1987)

3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC.(2000)

4. ศึกษาการพัฒนาสูตรของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

4.1 ศึกษาการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดือยผงในสูตรเครื่องดื่ม

ทำการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดือยผงในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือ เครื่องดื่มมอลต์ปรุงสำเร็จ รสช็อกโกแลต (สูตรทางการค้า) ที่ได้รับความนิยมจากผู้ป่วยเบาหวาน มากที่สุด โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD เพื่อศึกษาปริมาณ อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณข้าว กล้องผงต่อปริมาณลูกเดือยผง 5 ระดับ คือ 50:50, 55:45, 60:40, 65:35 และ 70:30 จากนั้นนำมาผลิต เป็นเครื่องดื่มผงดั่งกรรมวิธีในภาพที่ 8 เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 8 สูตรของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปทั้ง 5 สูตร ในการศึกษาการทดแทนข้าว กล้องหอมมะลิผงและลูกเดือยผง

ส่วนผสม	เครื่องดื่มมอลต์ปรุง สำเร็จ รสช็อกโกแลต	เครื่องดื่ม สูตรที่ 1	เครื่องดื่ม สูตรที่ 2	เครื่องดื่ม สูตรที่ 3	เครื่องดื่ม สูตรที่ 4	เครื่องดื่ม สูตรที่ 5
เครื่องดื่มมอลต์	40.10	-	-	-	-	-
ข้าวกล้องผง	-	20.8	22.8	24.96	27.04	29.12
ลูกเดือยผง	-	20.8	18.72	16.64	14.56	12.48
เวย์ผง	6.55	-	-	-	-	-
ครีมเทียม	13.10	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
นมผง	-	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
น้ำตาล	35.45	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
โกโก้ผง	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
วิตามินและแร่ธาตุ	1.44	-	-	-	-	-

หมายเหตุ สูตรที่ 1-5 คัดแปลงจากเครื่องดื่มมอลต์ปรุงสำเร็จ รสช็อกโกแลต สูตรทางการค้า 1



ภาพที่ 8 กรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มผงสำเร็จรูป

จากนั้นนำเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปทั้ง 5 สูตรไปทดสอบความชอบด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking) (1 คะแนน คือ ชอบน้อยที่สุด และ 5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน โดยผสมเครื่องดื่มผงตามอัตราส่วนเดิมของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (เครื่องดื่มมอลต์ปรุงสำเร็จ รสช็อกโกแลต สูตรทางการค้า) แล้วให้ผู้ทดสอบทำการชิม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีของ Friedman และ วิธี Analog Fisher's LSD_{rank} (เพ็ญขวัญ, 2550) เพื่อทำการคัดเลือกสูตรเครื่องดื่มที่จะใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาขั้นต่อไป

4.2 ศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสม

ศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสม โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้อ 4.1 มาเติมน้ำในอัตราส่วนต่างๆกัน คือ 1:1 , 1:1.5 , 1:2 , 1:2.5 , 1:3 , 1:3.5 , 1:4 จากนั้นวัดค่าความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อให้ได้เครื่องดื่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด

วัดความหนืดโดยเตรียมตัวอย่างที่ละลายแล้ว ปริมาตร 450 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าโดยใช้ Brookfield Viscometer รุ่น DV-III หัววัดชนิด Spindle เบอร์ RV1 ความเร็วรอบที่ 250 rpm อุณหภูมิขณะวัดตัวอย่าง 60 °C

4.3 ทดสอบความชอบของเครื่องดื่มน้ำตาลรสผลไม้สำเร็จรูป

ทดสอบความชอบของเครื่องดื่มน้ำตาลรสผลไม้สำเร็จรูปที่ได้จากข้อ 4.1 โดยใช้ 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด - 9 ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทำ Just About Right ในปัจจัยคุณภาพดังนี้คือ สี โทน กลิ่น รสหวาน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวน 30 คน โดยผสมเครื่องดื่มน้ำตาลรสผลไม้สำเร็จรูปตามอัตราส่วนที่หามาได้จากข้อ 4.2 แล้วให้ผู้ป่วยทำการชิม เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรขึ้นต่อไป

4.4 ศึกษาการทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวาน

4.4.1 การคัดเลือกสารให้ความหวานที่เหมาะสม

คัดเลือกสารให้ความหวานที่ได้จากการสำรวจตลาด โดยแบ่งหมวดหมู่จากการให้พลังงาน และราคา แล้วคัดเลือกมาให้เหลือชนิดละ 1 ตัวอย่าง ให้เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เพื่อที่นำมาใช้ในการทดแทนน้ำตาลในการทดลองขึ้นต่อไป

4.4.2 การทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวาน

นำสารให้ความหวานที่คัดเลือกจนเหลือ 2 ตัวอย่าง และเพิ่ม Sucralose อีก 1 ตัวอย่าง มาทดแทนน้ำตาลในสูตรเครื่องดื่มน้ำตาลพื้นฐาน แล้วใช้สูตรควบคุม (น้ำตาล) เป็นตัวเปรียบเทียบ จากนั้นนำไปใช้ในการทดสอบความชอบกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน 32 คน ด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking) (1 คะแนน คือ ชอบน้อยที่สุด และ 4 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด) โดยผสมเครื่องดื่มน้ำตาลรสผลไม้สำเร็จรูปตามอัตราส่วนที่หามาได้จากข้อ 4.2 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีของ Friedman และ วิธี Analog Fisher's LSD_{rank} (เพ็ญขวัญ, 2550) เพื่อคัดเลือกสารให้ความหวานที่ผู้ป่วยชอบมากที่สุดหรือชอบใกล้เคียงกับสูตรควบคุม เพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐาน ในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำตาลรสผลไม้สำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสม

4.5 การสร้างสูตรเครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

นำสูตรเครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปสูตรพื้นฐานที่ทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวานที่เหมาะสมแล้ว มาสร้างสูตรเครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปให้มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยศึกษาอัตราส่วนของส่วนผสม ตามข้อกำหนดสารอาหารที่ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับในแต่ละวัน ที่กำหนดว่าปริมาณโปรตีนที่ได้รับควรอยู่ในเกณฑ์ 12 – 24% ของแคลลอรี่ทั้งหมด ปริมาณไขมันที่ได้รับควรอยู่ในเกณฑ์ 25 - 35% ของแคลลอรี่ทั้งหมด และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับควรอยู่ในเกณฑ์ 45 - 60% ของแคลลอรี่ทั้งหมด ด้วยเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ลินโด (Linear Interactive and Discrete Optimizer) ดังแสดงในตารางที่ 9 โดยมีรายละเอียดด้านคุณค่าทางโภชนาการ ราคาของวัตถุดิบ และข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณ โดยพิจารณาหนึ่งหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ 35 กรัม จะต้องให้พลังงานไม่เกิน 150 กิโลแคลลอรี่ จากนั้นคัดเลือกสูตรเครื่องดื่มนั้นได้จากโปรแกรมมาเพียง 3 สูตร โดยพิจารณาที่ราคาสูง กลาง และต่ำ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 9 คุณค่าทางโภชนาการ ราคาของวัตถุดิบ และข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

ส่วนผสม	ปริมาณสารอาหาร/100 กรัม				ราคา/100 กรัม	ข้อกำหนดต่อ ส่วนผสม 100 กรัม
	พลังงาน (kcal)	ไขมัน (g)	โปรตีน (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)		
ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการย่อย (X1)	393	5.90	19.59	65.52	24.76	$40 > X1 > 20$
ลูกเดือยผง (X2)	394	4.64	15.40	72.74	4.91	$20 > X2 > 10$
นมผงธรรมชาติ (X3)	473	20	15	58	55	$30 > X3 > 20$
ครีมเทียม (X4)	500	33.33	0	66.67	11.9	$15 > X4 > 10$
Sucralose (X5)	0	0	0	0	2760	$X5 = 0.0554$
Erythritol (X6)	0	0	0	0	40	$X6 = 3.4946$
โกโก้ผง (X6)	0	0	0	0	19	$X6 = 1.30$
ปริมาณสารอาหารที่ต้องการ		> 11.88	> 12.85	> 48.20		
ต่อ 100 กรัม	< 428.57	< 16.65	< 25.70	< 64.28	ต่ำสุด	

ตารางที่ 10 ข้อกำหนดสารอาหารที่ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับในแต่ละวัน

สารอาหาร	อาหาร 1 วัน (1500 kcal)	อาหารว่าง 1 มื้อ (150 kcal)
โปรตีน 12 – 24% ของพลังงานทั้งหมด	45 - 90	4.5 – 9.0
ไขมัน 25 - 35% ของพลังงานทั้งหมด	41.6 – 58.3	4.16 – 5.83
คาร์โบไฮเดรต 45 - 60% ของพลังงานทั้งหมด	168.7 – 220.5	16.87 – 22.5

4.6 ศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสม

ศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสม โดยนำเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่ได้จากข้อ 4.5 ทั้ง 3 สูตร มาเติมน้ำในอัตราส่วนต่างๆกัน คือ 1:3.0 , 1:3.5 , 1:4.0 , 1:4.5 แล้ววัดค่าความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield) เปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด

วัดความหนืดโดยเตรียมตัวอย่างที่ละลายแล้ว ปริมาตร 450 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าโดยใช้ Bookfield Viscometer รุ่น DV-III หัววัดชนิด Spindle เบอร์ RV1 ความเร็วรอบที่ 250 rpm อุณหภูมิขณะวัดตัวอย่าง 60 °C

4.7 การคัดเลือกสูตรเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่เหมาะสม

นำเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปที่ได้จากข้อ 3.5 ทั้ง 3 สูตรมาทดสอบความชอบ ด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking) กับผู้ป่วยโรคเบาหวาน จำนวน 30 คน โดยผสมเครื่องต้มผงตามอัตราส่วนที่หาได้จากข้อ 3.6 แล้วให้ผู้ป่วยทำการชิม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีของ Friedman และ วิธี Analog Fisher's LSD_{rank} (เพ็ญขวัญ, 2550) เพื่อทำการคัดเลือกสูตรเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานในการพัฒนาขั้นต่อไป

4.8 ทดสอบความชอบของเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานเดิมวิตามิน

เดิมวิตามินในรูปแบบผง (premix) ลงในเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูป สำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่ในข้อ 4.7 เนื่องจากวิตามินผงนี้มีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยการคำนวณให้ได้วิตามินในกลุ่มวิตามินบี อย่างน้อยร้อยละ 25 ของความต้องการในแต่ละวัน และได้เกลือแร่จำพวกแมกนีเซียมและแมงกานีส อย่างน้อยร้อยละ 10 ของความต้องการในแต่ละวัน

ตารางที่ 11 ปริมาณวิตามินที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป
(Thai RDI) ต่อ 1 หน่วยบริโภค (35 กรัม)

สารอาหาร	ปริมาณที่ควรได้รับต่อวัน*	ปริมาณวิตามิน 25% Thai RDI	ปริมาณวิตามินที่ได้ (มิลลิกรัม) เดิม premix 0.55 g	% Thai RDI ที่ได้
วิตามินบี1 (mg)	1.5	0.38	1.06	70.40
วิตามินบี 2 (mg)	1.7	0.43	0.83	48.53
วิตามินบี 6 (mg)	2	0.50	1.30	65.18
วิตามินบี12(μg)	2	0.50	1.03 (μg)	51.43
ทองแดง (mg)	2	0.50	0.83	41.25
วิตามินอี (mg)	10	2.50	10.34	103.40
วิตามินซี (mg)	60	15.00	49.50	82.50
ไอโอดีน (μg)	150	37.50	49.56 (μg)	33.04
วิตามินดี3 (mg)	-	-	115.50	-
วิตามินเอ (μg RE)	800	200.00	415.80 (μg RE)	51.98
แมกนีเซียม(mg)	350	87.50	35.59	10.17
แมงกานีส (mg)	3.5	0.88	0.50	14.14
สังกะสี (mg)	15	3.75	6.60	44.00

หมายเหตุ: * ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป
(Thai RDI) (2541)

จากนั้นนำเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่ได้ไปทดสอบความชอบโดยใช้ 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทำ Just About Right ในปัจจัยคุณภาพดังนี้ คือ สี โกโก้ กลิ่น โกโก้ รสหวาน และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ป่วยโรคเบาหวาน 30 คน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรในขั้นต่อไป

5. การศึกษาคุณภาพของเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

5.1 กรรมวิธีผลิตเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

การผลิตเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน มีกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิผง และลูกเดือยผง โดยนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิที่เหลือจากการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส มาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.1 มม.และเวลาที่ความละเอียด 150 เมส ส่วนลูกเดือยนำไปนึ่งให้สุกแล้วนำมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่ 90 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และเวลาที่ความละเอียด 150 เมส จากนั้นจึงทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องผสม ดังแสดงใน ภาพที่ 9

ส่วนผสมต่างๆตามสูตร จำนวน 5 กิโลกรัม ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิผง ลูกเดือยผง

นมผง ครีมเทียม โกโก้ผง Sucralose Erythritol และวิตามิน premix

↓
ผสมด้วยเครื่องผสม นาน 15 นาที

↓
เครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

↓
บรรจุใส่ซองตามิเนทอะคูมิเนียม ซองละ 35 กรัม

ภาพที่ 9 กรรมวิธีผลิตเครื่องคั้นข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.2.1 ค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield

5.2.2 ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด Water Activity (Novasiana MS1-Aw , Switzerland)

5.2.3 ค่าสี ในระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500 d

5.2.4 ค่าดัชนีการละลาย (Anderson et al., 1969)

5.2.5 ค่าดัชนีการดูดซับน้ำ (Damardjati and Luh, 1987)

5.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

5.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC.(2000)

5.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านโภชนาการ ได้แก่ ใยอาหาร (dietary fiber) , วิตามินเอ, วิตามินบี1, วิตามินบี2, วิตามินบี6 และ วิตามินบี12 โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

5.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

5.4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

5.4.2 ยีสต์และรา (AOAC, 2000)

5.4.3 Coliform (AOAC, 2000)

5.4.4 *Escherichia coli* (AOAC, 2000)

5.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการทดสอบการยอมรับเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่พัฒนาแล้ว กับกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 100 คนที่มาใช้บริการของโรงพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรีและสถานีอนามัยของจังหวัดจันทบุรี ทดสอบการยอมรับโดยใช้ 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ดำเนินการทดสอบโดยเลิฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 1 ซอง (35 กรัม) พร้อมน้ำร้อนปริมาณ 140 มิลลิลิตร พร้อมกับแบบสอบถามให้ผู้กับทดสอบ จากนั้นให้ผู้ทดสอบทำการชงเครื่องดื่มด้วยตนเองและประเมินความชอบในคุณลักษณะต่างๆ รวมทั้งถามการยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลการยอมรับ

6. ศึกษาเปรียบเทียบผลของน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการบริโภคเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ของผู้ทดสอบ

ผู้ทดสอบ : ผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวน 27 คน

ผลิตภัณฑ์ : เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 1 ซอง (35 กรัม) ละลายน้ำร้อน 140 มิลลิลิตร

วิธีการทดสอบ :

1. นัดหมายผู้ป่วยเบาหวานมาฟังคำชี้แจง โดยผู้ป่วยจะต้องงดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ
2. นัดผู้ป่วยเวลา 8.00 น. เจาะเลือดครั้งที่ 1 ด้วยเครื่องมือ portable glucose meter
3. ให้ผู้ป่วยเบาหวานดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน 1 ซอง (35 กรัม)

4. เจาะเลือดครั้งที่ 2 เมื่อครบเวลา 2 ชั่วโมง (ระหว่างนั้นห้ามผู้ป่วยรับประทานอาหาร
อย่างอื่น)
5. นำผลระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังรับประทานเครื่องดื่มาเปรียบเทียบความ
แตกต่างโดยเปรียบเทียบกับระดับน้ำตาลในเลือดจากตารางที่ 11 โดยระดับน้ำตาลใน
เลือดหลังจากที่รับประทานเครื่องดื่มไปแล้วเป็นเวลา 2 ชั่วโมงควรจะสูงขึ้นไม่เกิน
45 มก./100 ซีซี

ตารางที่ 12 ระดับน้ำตาลในเลือดจากการตรวจเลือดด้วยเครื่องมือ Portable glucose meter

ระดับน้ำตาลในเลือด	คนปกติ (มก./100 ซีซี)	ค่าที่ยอมรับได้ (มก./100 ซีซี)
ขณะอดอาหาร (ก่อนอาหารเช้า)	60 - 110	120 หรือต่ำกว่า
1 ชั่วโมง หลังกินอาหาร	100 - 150	185 หรือต่ำกว่า
2 ชั่วโมง หลังกินอาหาร	90 - 150	165 หรือต่ำกว่า
ก่อนอาหาร หรือก่อนนอน	80 - 130	150 หรือต่ำกว่า

ที่มา: ไพบุรย์ (2542)

7. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โรงพยาบาลพระปกเกล้าและสถานอนามัย จังหวัด จันทบุรี

8. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาการวิจัย เริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน 2552 และสิ้นสุดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และสารให้ความหวานสำเร็จรูป

1.1 ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

จากการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน หรืออาหารสำหรับผู้ที่ต้องคอยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดโดยเฉพาะ ที่วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ตามห้างสรรพสินค้า ร้านขายยา และโรงพยาบาลต่างๆ ในระหว่างเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 3 ตราสินค้า ได้แก่ กลูเซอเนา เอสอาร์, Nutren Balance และเจ็น-ดีเอ็ม ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้งหมดนี้บรรจุในกระป๋อง อลูมิเนียม น้ำหนัก 400 กรัมต่อกระป๋อง ราคา 270 – 550 บาท

ส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 14 ซึ่งส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์จะใช้แป้งจำพวกเด็กซ์ตริน หรือแป้งดัดแปร เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหลัก ความหวานจะมาจากน้ำตาลและสารให้ความหวานทดแทน มีการเติมน้ำมันดอกทานตะวัน หรือน้ำมันถั่วเหลืองเนื่องจากมีกรดโอเลอิกสูงเหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ส่วนโปรตีนที่ได้มักเป็นโปรตีนสกัดจากพืช หรือโปรตีนนม มีการเติมใยอาหารลงไป ส่วนวิตามินและแร่ธาตุจะใกล้เคียงกัน โดยจะเป็นวิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี6 วิตามินบี12 ฯลฯ

วิธีการรับประทานของทุกผลิตภัณฑ์จะเหมือนกันคือ ให้ละลายน้ำแล้วดื่มในอัตราส่วนที่แตกต่างกันเล็กน้อย โดยถ้ารับประทานเป็นอาหารว่างจะให้พลังงาน 165 - 180 กิโลแคลอรี หรือถ้ารับประทานเป็นอาหารหลักทดแทนอาหาร 1 มื้อ พลังงานที่ได้จะอยู่ระหว่าง 220 – 250 กิโลแคลอรี

ตารางที่ 13 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สำหรับผู้ที่ต้องควบคุมน้ำตาลในเลือดที่จำหน่ายในท้องตลาด

ตราชื่อ	ผู้ผลิต	ชนิดผลิตภัณฑ์	ขนาด	ราคาต่อหน่วย	บรรจุภัณฑ์
1. กลูเซอเนา เอสอาร์	บ. แอ็บบอตแลบอเรตอรีส เอส. เอ. แกรนาดา สเปน นำเข้าโดย บ. แอ็บบอต แลบอเรตอรีส จำกัด	อาหารทดแทน หรืออาหารระหว่างมื้อ สูตร ครบถ้วนผสมใยอาหารช่วยควบคุมระดับน้ำตาล สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน กลิ่นวานิลลา	400 กรัม	400 บาท	กระป๋องอลูมิเนียม
2. เจ็น-ดีเอ็ม GEN-DM	บ. ไทยโอซูก้า จำกัด	อาหารทางการแพทย์สำหรับคนปกติ ผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ที่มีระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ผู้ที่ต้องการอาหารทางสายให้อาหาร	400 กรัม	270 บาท	กระป๋องอลูมิเนียม
3. Nutren Balance	บ. เนสท์เล่ ซูอิส เอส.อา. เมืองโคโนลฟิงเกน สวิตเซอร์แลนด์ นำเข้าโดย บ.เนสท์เล่ (ไทย) จำกัด	อาหารสูตรครบถ้วนที่มีปริมาณสารอาหาร เพียงพอ และเหมาะสม สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาล กลิ่นวานิลลา	400 กรัม	550 บาท	กระป๋องอลูมิเนียม

ตารางที่ 14 ส่วนผสมของอาหารทางการแพทย์สำหรับผู้ที่ต้องควบคุมน้ำตาลในเลือดที่จำหน่ายในท้องตลาด

ตราชื่อ	ชนิดผลิตภัณฑ์	วิธีการรับประทาน	ส่วนผสม
1. กลูเซอนา เอสอาร์	อาหารทดแทน หรืออาหารระหว่างมื้อ สูตรครบถ้วนผสมใยอาหาร ช่วยควบคุมระดับน้ำตาล สำหรับผู้ป่วย โรคเบาหวาน กลิ่นวานิลลา	52 g : น้ำ 200 ml ให้พลังงาน 220 kcal	มอลโตเด็คซ์ตริน 26.99%
			แคลเซียม เกลือเนท 23.41%
			น้ำมันดอกทานตะวัน) 15.28%
			น้ำตาลฟรุคโตส 11.85%
			ผงมอลติตอล 10.47%
			วิตามินและแร่ธาตุ 4.99%
			ใยอาหารจากถั่วเหลือง 2.35%
			ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ 1.92%
			น้ำมันถั่วเหลือง 1.15%
			เด็กซ์ตริน 40.5%
2. เจ็น-ดีเอ็ม GEN-DM	อาหารทางการแพทย์ สำหรับคนปกติ ผู้ที่เป็นเบาหวาน ผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ที่มีระดับโคเลสเตอรอลสูงในเลือด ผู้ที่ต้องการอาหารทางสายให้อาหาร	40 g : น้ำ 120 ml ให้พลังงาน 180 kcal	น้ำมันถั่วเหลือง 15%
			เคซีน 10.7%
			โปรตีนจากถั่วเหลือง 10.7%
			ฟรุคโตส 9%
			โพลีเด็คซ์โตส 5%
			โอลิโกฟรุคโตส 4.2%
			เกลือแร่ 2.8%
			วิตามิน 0.28%
			คาร์ทีน 0.06%

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตราชี้ห่อ	ชนิดผลิตภัณฑ์	วิธีการรับประทาน	ส่วนผสม
3. Nutren Balance	อาหารสูตรครบถ้วนที่มีปริมาณสารอาหารเพียงพอ และเหมาะสม กลิ่นวานิลลา สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาล	37 g : น้ำ 215 ml	แป้งมันสำปะหลังดัดแปร
		ให้พลังงาน 165 kcal	น้ำมันดอกทานตะวัน
		55 g : น้ำ 210 ml	โปรตีนเวย์ (โปรตีนนม)
			เคซีน (โปรตีนนม)
		ให้พลังงาน 250 kcal	น้ำมันคาเลา
			แป้งมันฝรั่ง
			วิตามินและเกลือแร่
			กรัมอะราบิก / อะคาเซีย
			ใยอาหารจากเซลโลว์ไฟ
			อินนูลิน
			เลซิทินจากถั่วเหลือง
			โคเลีน
			แอล – คาร์นิทีน
			42.32%
			13.59%
			9.57%

1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยเบาหวานจากการสำรวจตลาด ทั้ง 3 ชนิดนี้ มีค่าคุณภาพดังแสดงในตารางที่ 15 คือมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.2 - 0.3 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ และ มีความชื้นประมาณ 3% ซึ่งอยู่ในช่วงที่กำหนดของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ค่าดัชนีการละลายของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด อยู่ในช่วง 70% - 80% คือมีการละลายสูง ส่วนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดเมื่อละลายน้ำแล้วจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ 33 – 54 cP เนื่องจากแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีอัตราส่วนในการละลายน้ำที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 15 ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ค่าคุณภาพ	กลูเซอนา เอสอาร์	เจ็น-ดีเอ็ม GEN-DM	Nutren Balance
a_w	0.273	0.261	0.234
ความชื้น (%)	3.67	3.56	3.12
ดัชนีการละลาย (%)	78.87	79.08	78.76
ดัชนีการดูดซับ	0	0	0
ความหนืด (cP)	41.29	54.93	33.32

1.3 ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์สารให้ความหวาน

จากการสำรวจตลาด พบว่าผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานที่จำหน่ายในท้องตลาดมีทั้งหมด 7 ตราสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 16 จะแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน มี 2 ตราสินค้าคือ FITNE และ D-et มีส่วนผสมหลักคือ ซูคราโลส และ เอริทริทอล มีความหวานมากกว่าน้ำตาลประมาณ 10 เท่า และสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำ มี 5 ตราสินค้าคือ Equal , Slimma , Swizzsi classic มีส่วนผสมหลักคือ แลคโตส แอสพาแทม และอะซิซัลเฟมเค มีความหวานมากกว่าน้ำตาลประมาณ 8 เท่า นอกจากนี้ตราสินค้า Lite sugar และ Green sweet มีส่วนผสมหลักคือ น้ำตาล แอสพาแทม หรือสารสกัดจากหญ้าหวาน มีความหวานมากกว่าน้ำตาลประมาณ 2 เท่า

สารให้ความหวานที่จำหน่ายตามท้องตลาด ยังไม่มีชนิดที่ใช้สารให้ความหวานเพียงชนิดเดียว จึงนำ Sucralose มาทำการทดลองโดยเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานชนิดเดียวและสารให้ความหวาน 2 ชนิดผสมกัน ทดแทนลงในสูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน แล้วทำการทดลองในขั้นต่อไป

สารให้ความหวานที่ใช้ในอาหารสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานส่วนมากจะเป็นฟรุกโตส โอลิโกฟรุกโตส ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงาน และมักจำหน่ายในรูปของของเหลว ซึ่งไม่เหมาะกับการทดลองนี้จึงไม่นำมาใช้ นอกจากนี้ยังมีการใช้มอลติตอลผงในบางผลิตภัณฑ์ แต่ตามห้างสรรพสินค้า หรือซูเปอร์มาเก็ตไม่มีมอลติตอลในรูปแบบผง มีแต่ของเหลว จึงไม่เหมาะกับการทดลองนี้เช่นกัน

ตารางที่ 16 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานที่จำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ตราสินค้า	ส่วนผสม	ลักษณะปรากฏ	ราคา ต่อ 1 กิโลกรัม	ปริมาณในการบริโภค
1	อีควอล (Equal)	แกลด์โตส 96.1% แอสปาแทม 3.6% ซิลิคอนไดออกไซด์ 0.3%	ผงสีขาวละเอียด	1780 บาท	1 ชอง หวานเทียบเท่า น้ำตาล 2 ช้อนชา (1 ชอง ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี) 1 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 8 กรัม
2	สลิมม่า (Slimma)	แกลด์โตส 95.84% แอสปาแทม 3.8%	ผงสีขาวละเอียด	1620 บาท	1 ชอง หวานเทียบเท่า น้ำตาล 2 ช้อนชา (1 ชอง ให้พลังงาน 0 กิโลแคลอรี) 1 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 8 กรัม
3	สวิซซี่ คลาสสิก (Swizzsi classic)	แกลด์โตส 96.1% อะซีซัลเฟมเค 1.7% แอสปาแทม 1.7% ซิลิคอนไดออกไซด์ 0.5%	ผงสีขาวละเอียด	1325 บาท	1 ชอง หวานเทียบเท่า น้ำตาล 2 ช้อนชา (1 ชอง ให้พลังงาน 0.35 กิโลแคลอรี) 1 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 8 กรัม
4	ฟิตเนสวีทซูคราโลส (FITNE Sweet Sucralose)	เออร์ทริทอล 98.40% ซูคราโลส 1.56%	ผงหยาบ สีขาว	1906.25 บาท	1 ชอง หวานเทียบเท่า น้ำตาล 2.5 ช้อนชา (1 ชอง ให้พลังงาน 0 กิโลแคลอรี) 1 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 10 กรัม
5	ดีเอ็ด (D-et)	เออร์ทริทอล 98.6% ซูคราโลส 1.4%	ผงหยาบ สีขาว	1911.11 บาท	1 ชอง หวานเทียบเท่า น้ำตาล 2.5 ช้อนชา (1 ชอง ให้พลังงาน 0 กิโลแคลอรี) 0.9 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 8 กรัม

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลำดับ	ตราสินค้า	ส่วนผสม	ลักษณะปรากฏ	ราคา ต่อ 1 กิโลกรัม	ปริมาณในการบริโภค
6	ไลท์ ซูการ์ (Lite sugar)	น้ำตาล 99.5% แอสปาร์แตม 0.5%	ผงหยาบ สีขาว	250 บาท	1 ชอง หวานเทียบเท่า น้ำตาล 2 ช้อนชา (1 ชอง ให้พลังงาน 15 กิโลแคลอรี) 4 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 8 กรัม
7	หญ้าหวาน กรีนสวีท (Green Sweet)	สารสกัดจากหญ้าหวาน	ผงหยาบ สีน้ำตาลอ่อน	267.85 บาท	4 กรัม หวานเทียบเท่า น้ำตาล 8 กรัม (4 กรัม ให้พลังงาน 16 กิโลแคลอรี)

2. ผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ได้เก็บความถี่ในการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูป วัตถุประสงค์ในการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูป ลักษณะของเครื่องดื่มสำเร็จรูป ที่ต้องการ ความสนใจที่มีต่อเครื่องดื่มสำเร็จรูป และปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆของเครื่องดื่มสำเร็จรูป โดยสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 100 ชุด โดยสำรวจที่โรงพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่ ร้อยละ และหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean)

2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจผู้บริโภคโดยการออกแบบสอบถามกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย คือ ผู้ป่วยเบาหวานทุกเพศ ทุกวัย ดังแสดงในตารางที่ 17 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม เพศหญิงร้อยละ 77 และเพศชายร้อยละ 23 โดยส่วนมากมีอายุ 50 ปีขึ้นไปถึงร้อยละ 74 รองลงมาคืออายุ 40 – 49 ปี ร้อยละ 19 อายุ 30 – 39 ปี ร้อยละ 3 อายุ 20 – 29 ปี ร้อยละ 3 ส่วนอายุต่ำกว่า 20 ปีมีเพียงร้อยละ 1 การศึกษา ระดับต่ำกว่ามัธยมมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74 รองลงมาคือ ระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 14 ปริญญาตรี ร้อยละ 6 อนุปริญญา ร้อยละ 3 และสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 3 เช่นกัน ทางด้านอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีอาชีพแม่บ้าน ทำสวน ชาวประมง และรับจ้างทั่วไป สูงถึงร้อยละ 78 รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 10 ข้าราชการ ร้อยละ 5 นิสิต/นักศึกษา ร้อยละ 4 รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 2 และพนักงานเอกชนร้อยละ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนคือ ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 43 รองลงมาคือ รายได้ 5,001 – 10,000 บาท ร้อยละ 42 เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุจึงไม่มีรายได้เป็นของตนเอง หรือมีรายได้เล็กน้อยจากงานรับจ้างทั่วไป รายได้ 10,001 – 15,000 บาท ร้อยละ 5 รายได้สูงกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 5 รายได้ 20,001 – 25,000 บาท ร้อยละ 3 และรายได้ 15,001 – 20,000 บาท ร้อยละ 2

ตารางที่ 17 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค

N = 100

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
หญิง	77
ชาย	23
อายุ	
20-29 ปี	3
30-39 ปี	4
40-49 ปี	19
50 ปีขึ้นไป	74
การศึกษาสูงสุด	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	74
มัธยมศึกษา	14
อนุปริญญา(ปวช./ ปวส.)	3
ปริญญาตรี	6
สูงกว่าปริญญาตรี	3
อาชีพ	
อื่นๆ ได้แก่ แม่บ้าน ชาวสวน ชาวประมง รับจ้าง	78
ทั่วไป	
ธุรกิจส่วนตัว	10
ข้าราชการ	5
นิสิต/นักศึกษา	4
รัฐวิสาหกิจ	2
พนักงานเอกชน	1
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	43
5,001-10,000 บาท	42
10,001-15,000 บาท	5
15,001-20,000 บาท	2
20,001-25,000 บาท	3
สูงกว่า 25,000 บาท	5

2.2 ข้อมูลพื้นฐานสุขภาพ

จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานทางด้านสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวาน ดังแสดงในตารางที่ 18 พบว่า ผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่ ป่วยเป็นโรคเบาหวานมานานกว่า 6 เดือน มีมากถึงร้อยละ 93 รองลงมาคือ ป่วยเป็นโรคเบาหวาน 4 เดือน - 6 เดือนร้อยละ 4, เป็นโรคเบาหวาน 2 เดือน - 4 เดือนร้อยละ 2 และเป็นโรคเบาหวานน้อยกว่า 2 เดือน ร้อยละ 1 ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีวิธีการดูแลรักษาตัวเองคือ กินยา /ฉีดยาตามแพทย์สั่งร้อยละ 68, ควบคุมอาหารด้วยตนเองร้อยละ 27, ดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานร้อยละ 2 นอกจากนั้น คือการออกกำลังกาย ร้อยละ 3 ผู้ป่วยเคยดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปที่ทางโรงพยาบาลจัดให้ ร้อยละ 2 ไม่เคยดื่ม ร้อยละ 98 ผู้ป่วยมักจะมาตรวจอาการของโรคเบาหวานตามที่แพทย์เป็นผู้นัดมีจำนวนมากที่สุดคือร้อยละ 40 ซึ่งมักจะเป็นเวลา ทุก 2 เดือน รองลงมาคือ ทุก 1 เดือน ร้อยละ 27, ทุก 3 เดือน ร้อยละ 14, นอกจากนั้น คือมาตรวจเมื่อมีอาการหรือว่ายาหมดร้อยละ 19 ผู้ป่วยมีการตรวจสุขภาพประจำปี โดย ตรวจ 1 ครั้งต่อปี ร้อยละ 52 รองลงมาคือ ไม่เคยตรวจ ร้อยละ 34 และ ตรวจ 1 - 2 ครั้งต่อปี ร้อยละ 14

ตารางที่ 18 ข้อมูลพื้นฐานทางด้านสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวาน

N = 100

ข้อมูลทางด้านสุขภาพ	จำนวน (ร้อยละ)
ระยะเวลาที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน	
มากกว่า 6 เดือน	93
4 เดือน – 6 เดือน	4
2 เดือน – 4 เดือน	2
น้อยกว่า 2 เดือน	1
วิธีดูแลรักษาตนเองจากโรคเบาหวาน	
กินยา / ฉีดยา ตามแพทย์สั่ง	68
ควบคุมอาหารด้วยตนเอง	27
ออกกำลังกาย	3
ดื่มเครื่องดื่มสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	2
เคยดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วย	
โรคเบาหวานของโรงพยาบาล	
ไม่เคย	98
เคย	2
ตรวจอาการของโรคเบาหวาน	
ตามที่แพทย์เป็นผู้นัด	40
ทุก 1 เดือน	27
มาตรวจเมื่อมีอาการหรือยาหมด	19
ทุก 3 เดือน	14
ตรวจสุขภาพประจำปี	
ตรวจ 1 ครั้ง / ปี	52
ไม่เคยตรวจ	34
ตรวจ 1-2 ครั้ง / ปี	14

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคของผู้ป่วย พบว่า มีผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่เคยรับประทานเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพจำนวนมากถึง ร้อยละ 60 และเคยรับประทานเพียงแค่ ร้อยละ 40 จากนั้นจึงเป็นการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเฉพาะผู้ป่วยที่เคยรับประทานเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพจำนวน 40 คน จาก 100 คนเพียงเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 19 พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพที่ผู้ป่วยรู้จักมากที่สุดคือ โอวัลติน ร้อยละ 33 รองลงมาคือ ไมโล ร้อยละ 28 เนสวีต้า ร้อยละ 20 เอนซัวร์ ร้อยละ 6 Nutrilite (Amway) ร้อยละ 5 และ ซองเดอร์ ร้อยละ 3 นอกจากนั้นจะเป็นพวก นมเปรี้ยว แบรินด์ รังนก น้ำเต้าหู้ ร้อยละ 5 โดยส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะดื่ມเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพ 1 แก้วต่อวัน ร้อยละ 87 รองลงมา คือ ดื่ມ 2 แก้วต่อวัน ร้อยละ 7.5 นอกจากนั้นดื่ມในปริมาณที่ไม่แน่นอน ร้อยละ 5 วัตถุประสงค์อันดับแรกของการดื่ມเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพ คือ เป็นอาหารว่างระหว่างมือ ร้อยละ 65 แทนอาหารมือหลัก ร้อยละ 20 นอกจากนั้นคือ ดื่ມเพื่อเสริมสุขภาพ หรือแก้กระหาย ร้อยละ 15 ในครอบครัวมีผู้ที่เครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพมากที่สุดคือ ผู้ใหญ่ วัยทำงาน ร้อยละ 55 รองลงมาคือ ผู้สูงอายุ ร้อยละ 13 เด็ก ร้อยละ 5 อื่นๆ ร้อยละ 3 ส่วนใหญ่จะซื้อเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพที่ซูเปอร์มาเกตมากถึง ร้อยละ 77.5 นอกจากนั้น คือซื้อตามร้านค้าทั่วไป ร้านขายของในหมู่บ้าน ร้อยละ 22.5 ปริมาณความถี่ในการซื้อเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพ มากที่สุดคือ เดือนละ 1 ครั้ง ร้อยละ 65 รองลงมาคือ อาทิตย์ละ 1 ครั้ง ร้อยละ 22.5 น้อยกว่าอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ร้อยละ 10 นอกจากนั้นคือความถี่ในการซื้อไม่แน่นอน ร้อยละ 2.5 ในการซื้อเครื่องดื่ມเพื่อสุขภาพส่วนมากจะซื้อด้วยตนเองมากถึง ร้อยละ 67.5 รองลงมาคือ ซื้อตามคำแนะนำของแพทย์ ร้อยละ 12.5 ซื้อตามคำแนะนำของผู้ป่วยเบาหวานด้วยตนเอง ร้อยละ 12.5 และซื้อตามคำแนะนำของเภสัชกร ร้อยละ 7.5

ตารางที่ 19 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เคยรับประทานเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ

N = 40

พฤติกรรมการบริโภค	ร้อยละ
เครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพที่รู้จัก	
โอวัลติน 3 อิน 1	33
ไมโล	28
เนสวิต้า	20
เอนซัวร์	6
Nutrilite Protein (Amway)	5
นมเปรี้ยว น้ำเต้าหู้ รังนก	5
ดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพปริมาณต่อวัน	
1 แก้ว ต่อวัน	87.5
2 แก้ว ต่อวัน	7.5
จำนวนไม่แน่นอน	5
วัตถุประสงค์ที่ดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ	
เป็นอาหารว่างระหว่างมื้อ	65
แทนอาหารมื้อหลัก	20
ดื่มเพื่อสุขภาพ หรือแก้กระหาย	15
ผู้บริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพในครอบครัว	
ผู้ใหญ่	55
ผู้สูงอายุ	32.5
ดื่มทุกคนในครอบครัว	7.5
เด็ก	5
สถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ	
ซูเปอร์มาเกต	77.5
ร้านค้าทั่วไป	22.5

ตารางที่ 19 (ต่อ)

N = 40

พฤติกรรมการบริโภค	ร้อยละ
ความถี่ในการซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ	
เดือนละ 1 ครั้ง	65
อาทิตย์ละ 1 ครั้ง	22.5
น้อยกว่า อาทิตย์ละ 1 ครั้ง	10
ไม่แน่นอน	2.5
ซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพท่านซื้อตามคำแนะนำ	
ซื้อด้วยตนเอง	67.5
แพทย์ / พยาบาล	12.5
ผู้ป่วยโรคเบาหวานด้วยกัน	12.5
เภสัชกร ตามร้านขายยา	7.5

2.4 ความคิดเห็นของผู้ป่วยเบาหวานที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

จากการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมด 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ดังแสดงในตารางที่ 20 พบว่า ผู้ป่วยร้อยละ 97 เห็นด้วยกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่ว่า “เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ผลิตจากข้าวกล้องหอมมะลิผสมลูกเดือยซึ่งเป็นสมุนไพรไทยที่ใช้ในการบำบัดรักษาโรคเบาหวาน สามารถใช้รับประทานแทนอาหารระหว่างมื้อ เพื่อช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน มีสารอาหารและพลังงานครบถ้วน มีวิตามิน แร่ธาตุ และใยอาหารที่จำเป็น เหมาะสมตามความต้องการของร่างกาย โดยผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะเป็นผงละเอียดบรรจุในซองลามิเนตฟอยล์ เพียงเติมน้ำร้อนและคนให้ละลายก็สามารถรับประทานได้ทันที” มีผู้ป่วยร้อยละ 3 ที่ไม่เห็นด้วยเพราะไม่เชื่อว่าสามารถทำได้จริง สีของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ป่วยต้องการมากที่สุดคือ สีธรรมชาติ ร้อยละ 55 รองลงมาคือ สีครีม ร้อยละ 22 สีขาว ร้อยละ 18 สีน้ำตาลอ่อน ร้อยละ 5 อื่นๆ เช่น สีเขียว ร้อยละ 4 กลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ป่วยต้องการมากที่สุดคือ ไม่มีกลิ่น ร้อยละ 41 รองลงมาคือ กลิ่นวานิลา ร้อยละ 25 กลิ่นช็อคโกแลต ร้อยละ 8 กลิ่นลูกเดือย ร้อยละ 6 อื่นๆ เช่น กลิ่นกาแฟ กลิ่นน้ำผึ้ง ร้อยละ 19 รสชาติที่ผู้ป่วยต้องการคือ รสหวาน ร้อยละ 69 และ ไม่หวาน ร้อยละ 31 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ป่วยต้องการคือ เป็นของเหลวที่มีลักษณะเหมือนน้ำ / นม ร้อยละ 69 รองลงมาคือ เป็นของเหลวที่มีส่วนประกอบของซินธูพีช สามารถเคี้ยวได้ ร้อยละ 16 และ เป็นของเหลวที่มีลักษณะละเอียดข้น (คล้ายโจ๊ก) ร้อยละ 15 ผู้ป่วยต้องการให้ผลิตภัณฑ์นี้บรรจุในซองลิเนต ร้อยละ 85 และ บรรจุในกระป๋องอลูมิเนียม ร้อยละ 15 เครื่องดื่มนี้เมื่อละลายน้ำแล้วผู้ป่วยต้องการให้มีปริมาตร 150 มิลลิลิตร มากที่สุดคือ ร้อยละ 47 รองลงมาคือ 120 มิลลิลิตร ร้อยละ 29 , 200 มิลลิลิตร ร้อยละ 14, 100 มิลลิลิตร ร้อยละ 6 และอื่นๆ เช่น ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ร้อยละ 4 ผู้ป่วยมีต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 6 เดือน ร้อยละ 57 รองลงมาคือ 1 ปี ร้อยละ 26 และ 3 เดือน ร้อยละ 17 ถ้าหากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานจำหน่ายในท้องตลาดจะมีผู้ป่วยสนใจ ร้อยละ 94 ไม่สนใจร้อยละ 6 ราคาที่ผู้ป่วยคิดว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน คือ ซองละ 7-10 บาท หรือ กระป๋อง (500 g) ละ 200-280 บาท

ตารางที่ 20 ความคิดเห็นของผู้ป่วยเบาหวานที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วย
เบาหวาน

N = 100

พฤติกรรมและความคิดเห็น	จำนวน (ร้อยละ)
เห็นด้วยกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์	
เห็นด้วย	97
ไม่เห็นด้วย	3
สีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้	
สีธรรมชาติ	51
สีครีม	22
สีขาว	18
สีน้ำตาลอ่อน	5
สีเขียวอ่อน	4
กลิ่นของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้	
ไม่มีกลิ่น (กลิ่นธรรมชาติ)	41
กลิ่นวานิลลา	25
กลิ่นกาแฟ, กลิ่นใบเตย, กลิ่นน้ำผึ้ง	19
กลิ่นซ็อกโกแลต	9
กลิ่นลูกเดือย	6
รสชาติของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้	
หวาน	69
ไม่หวาน	31

ตารางที่ 20 (ต่อ)

N = 100

พฤติกรรมและความคิดเห็น	จำนวน(ร้อยละ)
ลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิ	
เป็นของเหลวที่มีลักษณะเหมือนน้ำ/นม	69
เป็นของเหลวที่มีส่วนประกอบของชิ้นธัญพืช	16
เป็นของเหลวที่มีลักษณะละเอียดขึ้นคล้ายโจ๊ก	15
บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิ	
ซองลามิเนต	85
กระป๋องอลูมิเนียม	15
ปริมาตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิเมื่อละลายน้ำ	
100 มิลลิลิตร	47
120 มิลลิลิตร	29
150 มิลลิลิตร	47
200 มิลลิลิตร	14
250 มิลลิลิตร	4
อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิ	
6 เดือน	57
1 ปี	26
3 เดือน	17

ตารางที่ 20 (ต่อ)

N = 100

พฤติกรรมและความคิดเห็น	จำนวน(ร้อยละ)
ความสนใจหากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนี้จำหน่ายในท้องตลาด	
สนใจ	94
ไม่สนใจ	6
ราคา que คิดว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิ	
ซองละ	7 - 10 บาท
กระป๋อง (500 กรัม) ละ	200 - 280บาท

ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานตามทัศนคติความคิดเห็นของผู้ป่วยเบาหวาน ควรมีสีตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่น มีรสหวาน บรรจุในซองลามิเนตฟอยด์ เมื่อนำมาละลายแล้วมีลักษณะเป็นของเหลวที่มีลักษณะเหมือนน้ำ / นม และมีปริมาตร 150 มิลลิลิตร มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน มีราคาซองละประมาณ 7-10 บาท

3. ผลการศึกษาการเตรียมวัตถุดิบของเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และการวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 ผลการศึกษาการทำแห้งข้าวกล้องหอมมะลิผง

จากการศึกษาสภาวะการทำแห้งข้าวกล้องหอมมะลิผงที่เหมาะสม โดยศึกษาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) ของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ที่อุณหภูมิ 120 °C ดังแสดงในตารางที่ 21 พบว่าระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) มีอิทธิพลต่อค่าความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) โดยพบว่าเมื่อระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นที่หนาขึ้น ค่าความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) ลดลง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนผิวลูกกลิ้งมีความบางมากขึ้น และยังร้อนเป็นแผ่นออกจากเครื่องทำแห้งได้มากขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่แตกต่างกัน ส่วนค่าสีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.10 มิลลิเมตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำแห้ง เนื่องจากข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ได้มีค่าร้อยละความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ต่ำที่สุด และอยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ต่ำกว่า 0.6 จุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเติบโต (นิธิยา, 2549)

ตารางที่ 21 ค่าทางคุณภาพของข้าวกล้องผงที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่างๆ

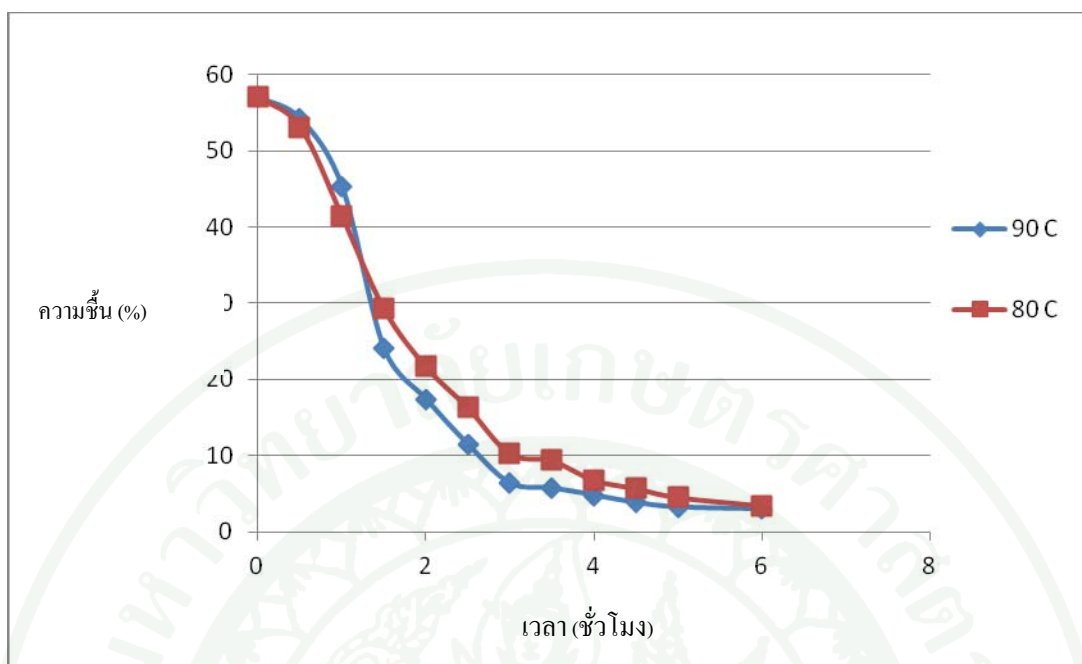
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm.)	a_w	ความชื้น (%)	ค่าสี		
			L * (ns)	a * (ns)	b * (ns)
0.10	0.306 ^b	2.10 ^c	80.00	2.20	15.25
0.15	0.325 ^{ab}	2.64 ^b	79.39	2.06	14.74
0.20	0.345 ^a	3.01 ^a	78.77	2.46	16.19

หมายเหตุ a – c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ

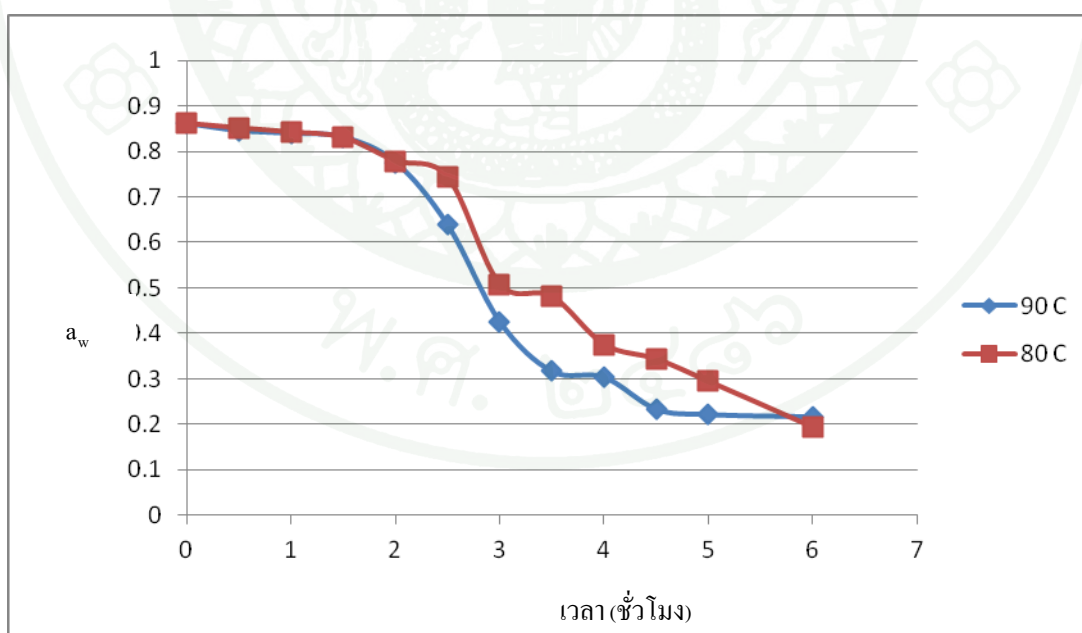
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2 ผลการศึกษาการทำแห้งลูกเดี๋ยผง

จากการศึกษาสภาวะการทำแห้งลูกเดี๋ยผงที่เหมาะสม โดยศึกษาปัจจัยระหว่างเวลา (hr.) และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง ($^{\circ}\text{C}$) ของเครื่องทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน พบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้ง (hr.) เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ลดลงอย่างรวดเร็วในตอนแรก และค่อยๆ คงที่ในเวลาต่อมา ดังแสดงในภาพที่ 10 และ 11 โดยที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมงเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำแห้ง เนื่องจากลูกเดี๋ยผงแห้งที่ได้มีค่าความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์ คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ต่ำกว่า 0.6 (นิธิยา, 2549) นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดเวลามากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการอบแห้งถึง 5 ชั่วโมง จึงจะได้ลูกเดี๋ยผงแห้งที่ได้มีค่าความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแอกทีวิตี (a_w) กับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

3.3 ผลการการวัดค่าคุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดี๋ยผง

ข้าวกล้องหอมมะลิผงที่มีกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 6 มีค่าทางคุณภาพ ดังแสดงในตารางที่ 22 คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เท่ากับ 0.365 ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์ และมีค่าความชื้น ร้อยละ 3.83 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของเครื่องคั้นชนิดผง คือมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 โดยข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ได้นี้มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 19.59 เนื่องจากปริมาณแป้งบางส่วนถูกย่อยด้วย เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ได้ออกมาเป็นน้ำตาลซึ่งได้ละลายออกมากับน้ำซึ่งถูกแยกออกไปตอนกระบวนการ centrifuge แล้ว ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง สัดส่วนของปริมาณโปรตีนจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีปริมาณไขมันร้อยละ 5.90 และปริมาณใยอาหารร้อยละ 3.51 ซึ่งสูงกว่าในแป้งข้าวกล้องหอมมะลิปกติ เนื่องจากปริมาณน้ำที่อยู่ในแป้งข้าวถูกแยกออกไปจากกระบวนการ centrifuge แล้วเช่นกัน

ตารางที่ 22 แป้งข้าวกล้องหอมมะลิก่อนและหลังจากการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

ค่าคุณภาพ	แป้งข้าวกล้องหอมมะลิก่อนย่อย	แป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยแล้ว
ค่าสี L*	-	86.37
a*	-	2.03
b*	-	12.38
วอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)	0.585	0.365
ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)	-	57.98
ดัชนีการดูดซับน้ำ (g/g น้ำหนักแห้ง)	-	0.61
ความชื้น (%)	13.44	3.83
โปรตีน (%)	7.09	19.59
คาร์โบไฮเดรต (%)	75.31	65.52
ไขมัน (%)	3.28	5.90
เส้นใยหยาบ (%)	0.10	3.51
เถ้า (%)	0.88	1.65

ลูกเดือยผงที่มีกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 7 มีค่าทางคุณภาพ ดังแสดงในตารางที่ 23 คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เท่ากับ 0.408 และมีค่าความชื้นร้อยละ 4.32 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของเครื่องต้มชนิดผง คือมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 โดยลูกเดือยผงที่ได้นี้เป็นแหล่งของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ดี เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 15.40 และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 72.74 ไขมันร้อยละ 4.64 และใยอาหารสูงถึงร้อยละ 4.32 ซึ่งจัดได้ว่าลูกเดือยเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะสมที่จะนำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องดื่มสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ตารางที่ 23 ค่าคุณภาพของลูกเดือยดิบ และลูกเดือยผง

ค่าคุณภาพ	ลูกเดือยดิบ	ลูกเดือยผง
ค่าสี L*	-	83.51
a*	-	1.31
b*	-	9.90
วอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)	-	0.408
ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)	-	4.99
ดัชนีการดูดซับน้ำ (g/g น้ำหนัก)	-	2.71
ความชื้น (%)	10.1	4.32
โปรตีน (%)	13.6	15.40
คาร์โบไฮเดรต (%)	71	72.74
ไขมัน (%)	3.7	4.64
เส้นใยหยาบ (%)	3.4	4.32
เถ้า (%)	1.6	0.90

หมายเหตุ: คุณค่าทางอาหารของลูกเดือยดิบจากกองโภชนาการ (2544)

4. ผลการพัฒนาสูตรของเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

4.1 ผลการศึกษาการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดือยผงในสูตรเครื่องต้ม

จากผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องต้มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานในข้อ 2 พบว่าเครื่องต้มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ เครื่องต้มมอลต์ปรุงสำเร็จรสช็อกโกแลต สูตรทางการค้า 1 จึงเลือกมาเป็นเครื่องต้มสูตรต้นแบบ โดยการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิผงและลูกเดือยผงในส่วนผสมของเครื่องต้มสูตรต้นแบบ โดยมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณข้าวกล้องผงต่อปริมาณลูกเดือยผงที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 50:50, 55:45, 60:40, 65:35 และ 70:30 ผลการทดสอบความชอบด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ของเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปทั้ง 5 สูตรดังแสดงในตารางที่ 24 พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบต่อเครื่องต้มทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงพิจารณาประเด็นต่อไปคือค่าดัชนีการละลาย พบว่าปริมาณข้าวกล้องที่เพิ่มขึ้นและปริมาณลูกเดือยที่ลดลงในสูตรของเครื่องต้ม มีผลต่อทำให้ค่าดัชนีการละลายสูงขึ้นดังแสดงในตารางที่ 23 เพราะองค์ประกอบของข้าวกล้องมีค่าดัชนีการละลายร้อยละ 57.98 ส่วนลูกเดือยมีค่าดัชนีการละลายร้อยละ 4.99 ทำให้สูตรเครื่องต้มที่ปริมาณข้าวกล้องสูงสุดและปริมาณลูกเดือยต่ำสุดค่าดัชนีการละลายที่ได้จึงมากที่สุด ดังนั้นเลือกเครื่องต้มสูตรที่ 5 ที่มีอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องผงต่อลูกเดือยผง คือ 70 : 30 เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลอง เนื่องจากเครื่องต้มสูตรนี้มีค่าดัชนีการละลายสูงที่สุด ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของการผลิตเครื่องต้มผง เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 24 ผลรวมของลำดับความชอบ และค่าดัชนีการละลายของผงเครื่องดื่มทั้ง 5 สูตรที่ปริมาณ
ข้าวกล้องและลูกเดี๋ยแตกต่างกัน

ผงเครื่องดื่ม	อัตราส่วน ข้าวกล้อง : ลูกเดี๋ย	ผลรวมของ ลำดับความชอบ ^(ns)	ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)
สูตร 1	50 : 50	86	65.05 ^c ± 0.10
สูตร 2	55 : 45	96	66.57 ^d ± 0.74
สูตร 3	60 : 40	91	68.42 ^c ± 0.42
สูตร 4	65 : 35	86	70.78 ^b ± 0.40
สูตร 5	70 : 30	91	72.16 ^a ± 0.52

หมายเหตุ: a – e หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

$$\text{ค่า } \chi^2_{\alpha=0.05, df=4} = 9.49$$

$$\text{ค่า T จากการคำนวณ} = 0.93$$

4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสม

จากการศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำสำเร็จรูปสูตรพื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 25 พบว่า เมื่อเติมน้ำลงในผงเครื่องดื่มน้ำมากขึ้นเรื่อยๆ ค่าความหนืดที่ได้ก็จะยิ่งลดลง เนื่องจากน้ำที่เติมลงไปจะไปละลายส่วนผสมทำให้อนุภาคที่เป็นของแข็งละลายลงไปหรือน้ำหรือส่วนที่ไม่ละลายก็จะกระจายตัวออกจากกัน เมื่อเติมน้ำมากขึ้นการละลายก็ดีขึ้น อนุภาคที่ไม่ละลายก็กระจายตัวกันมากขึ้น ความหนืดที่ได้จึงลดลง ดังอัตราส่วนที่ 1 : 2.0 คือเป็นอัตราส่วนที่เติมน้ำน้อยที่สุดก็就会有ความหนืดมากที่สุด ส่วนอัตราส่วน 1 : 4.0 เป็นอัตราส่วนที่เติมน้ำมากที่สุดก็就会有ความหนืดน้อยที่สุดด้วย

เครื่องดื่มน้ำสูตรต้นแบบเมื่อเติมน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้จะได้ความหนืดที่ 31.14 cPs ซึ่งความหนืดนี้ไม่มีความแตกต่างจากเครื่องดื่มน้ำที่อัตราส่วน 1:3.5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คือ 32.42 cPs ในขณะที่อัตราส่วนอื่นๆจะมีความหนืดแตกต่างกันออกไป คืออัตราส่วนที่ 1:4 แตกต่างจากทุกอัตราส่วน อัตราส่วน 1:2.5 แตกต่างจากอัตราส่วน 1:3.5 และ 1:4 แต่ไม่แตกต่างจากอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 ส่วนอัตราส่วนที่ 1:3.5 จะไม่แตกต่างจากอัตราส่วน 1:3 และเครื่องดื่มน้ำสูตรต้นแบบ ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนที่ 1:3.5 นี้เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบความชอบขึ้นต่อไป

ตารางที่ 25 ความหนืดของเครื่องดื่มน้ำสูตรพื้นฐานที่มีอัตราส่วนในการเติมน้ำแตกต่างกัน

อัตราส่วน ผงเครื่องดื่มน้ำ	ความหนืด (cPs)
เครื่องดื่มน้ำสูตรสำเร็จ รสช็อกโกแลต	31.14 ^d ± 1.27
1 : 2.0	39.75 ^a ± 0.81
1 : 2.5	37.06 ^{ab} ± 0.59
1 : 3.0	34.55 ^{bc} ± 0.78
1 : 3.5	32.42 ^{cd} ± 0.13
1 : 4.0	29.14 ^e ± 0.71

หมายเหตุ: a – e หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3 ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูป

ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสูตรพื้นฐานที่เติมน้ำอัตราส่วน 1: 3.5 ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scaling ร่วมกับการทำ Just About Right กับผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 30 คน ดังแสดงในตารางที่ 26 พบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มอยู่ในระดับ ชอบปานกลางถึง ชอบมาก โดยมีคะแนนความชอบรวมคือ 7.40 ส่วนคะแนนของคุณลักษณะอื่น ๆ มีค่าประมาณ 7 ผลการทดสอบด้วยวิธี Just About Right Scaling พบว่าผู้ป่วยมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์นี้มีคุณลักษณะ ด้าน สี โกงโก้ กลิ่น โกงโก้ และรสหวาน อยู่ในระดับพอดีคิดเป็นร้อยละ 86 80 และ 60 ตามลำดับ

จากค่าความพอดีของรสหวาน มีค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ Binomial test (Witoon, 2009) ดังตารางที่ 27 เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าเครื่องดื่มสำเร็จรูปสูตรพื้นฐานนี้ควรจะมีการปรับความหวานไปในทิศทางใด จากการทำการวิเคราะห์พบว่า คุณลักษณะด้านรสหวานของเครื่องดื่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p=0.05$) ระหว่างคะแนนความถี่ มากเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจากตาราง Binomial จึงสมควรที่จะปรับความหวานให้ลดลง แต่ความหวานในการทดลองนี้ได้มาจากน้ำตาลในส่วนผสมของเครื่องดื่ม ซึ่งในการทดลองขั้นต่อไป จะต้องมีการทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวานซึ่งอาจทำให้ได้รสหวานที่เปลี่ยนไปได้ ดังนั้นจึงยังคงความหวานเท่าเดิมในการทดลองนี้ก่อน เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรขั้นต่อไป

ตารางที่ 26 คะแนนความชอบเฉลี่ย และคะแนนความรู้สึกของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	คะแนนความรู้สึก (ร้อยละ)		
		น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
สี โกงโก้	7.07 ± 1.68	10.00	86.67	3.33
กลิ่น โกงโก้	7.07 ± 1.76	3.33	80.00	16.67
รสหวาน	6.93 ± 2.01	0	60.00	40.00
ความชอบรวม	7.40 ± 1.75	-	-	-

หมายเหตุ: คะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด - 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 27 ผลการทดสอบ Binomial test ของเครื่องดื่มสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	ความหวาน	
	ความถี่	ร้อยละ
ค่าคะแนนความพอดี	18	60
ค่าคะแนนที่น้อยเกินไป	-	-
ค่าคะแนนที่มากเกินไป	12	40
ผลรวมระหว่างน้อยเกินไป และมากเกินไป	12	
ค่าสูงสุด*	12	
ค่าวิกฤต ($p=0.05$)**	10	
ค่าน้อยเกินไป และมากเกินไปแตกต่างกันหรือไม่ ($p=0.05$)***	แตกต่าง	

หมายเหตุ : * ค่าสูงสุด คือ ค่าคะแนนความถี่มากที่สุดระหว่างค่าคะแนนที่น้อยเกินไปและค่าคะแนนที่มากเกินไป

**ค่าวิกฤต คือค่าที่ได้จากการเปิดตาราง Binomial โดยจำนวนผู้ทดสอบ (n) เท่ากับ 30 ($p=0.05$) ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง เท่ากับ 10

*** เปรียบเทียบค่าสูงสุดกับค่าวิกฤต ($p=0.05$)

-ค่าสูงสุดมากกว่าค่าวิกฤต แสดงว่า แตกต่างกัน ต้องทำการปรับต่อไป

-ค่าสูงสูدن้อยกว่าค่าวิกฤต แสดงว่า ไม่แตกต่างกัน ไม่ต้องทำการปรับต่อไป

4.4 ผลการทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวาน

4.4.1 ผลการคัดเลือกสารให้ความหวาน

สารให้ความหวานที่ได้จากการสำรวจตลาดทั้ง 7 ตราสินค้า สามารถแบ่งกลุ่มสารให้ความหวานได้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ สารให้ความหวานที่ให้พลังงาน สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 28 โดยคัดเลือกสารให้ความหวานที่ให้พลังงาน เล็กสวิชชี คลาสสิก (สารให้ความหวานทางการค้า 1) และสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานเลือก ฟิตเนสวิตซูคราโลส (สารให้ความหวานทางการค้า 2) เพราะมีราคาต่ำที่สุดในแต่ละกลุ่ม เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน นอกจากนี้ยังมีสารให้ความหวานอีก 2 ตราสินค้าที่ราคาต่ำกว่าแต่ไม่ทำการคัดเลือก คือ โลйт ซูการ์ และหญ้าหวาน กรีนสวีท เพราะทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นสารให้ความหวานที่ให้รสหวานน้อย ต้องใช้ในปริมาณมากเพื่อให้ได้ความหวานเท่าเดิม จึงทำให้พลังงานที่ได้รับมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ตารางที่ 28 การคัดเลือกสารให้ความหวาน

สารให้ความหวาน	พลังงาน/ซอง (กิโลแคลอรี)	ราคา/กิโลกรัม (บาท)
สารให้ความหวานที่ให้พลังงาน		
อีควอล (Equal)	4	1780
สลิมม่า (Slimma)	4	1620
สวิชชี คลาสสิก (Swizzsi classic)	3.5	1325
โลйт ซูการ์ (Lite sugar)	15	250
หญ้าหวาน กรีนสวีท (Green Sweet)	16	267.85
สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน		
ฟิตเนสวิตซูคราโลส (FITNE Sweet Sucralose)	0	1906.25
ดีเอ็ด (D-et)	0	1911.11

4.4.2 ผลการทดแทนน้ำตาล

จากการทดลองทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวานทางการค้า 1, สารให้ความหวานทางการค้า 2 และ Sucralose (สารให้ความหวาน 3) ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งได้สูตรดังแสดงในตารางที่ 29 จากนั้นนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มหอมดังกรรมวิธีในภาพที่ 7 เพื่อทดสอบความชอบด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking) กับผู้ป่วยโรคเบาหวาน 32 คน ดังแสดงในตารางที่ 30 พบว่าผู้ป่วยเบาหวานชอบเครื่องดื่มน้ำสูตรที่ 3 มากที่สุด ซึ่งสารให้ความหวานที่ใช้คือ สารให้ความหวานทางการค้า 1 ซึ่งประกอบด้วย Sucralose 1.56% และ Erythritol 98.40% ดังนั้นจึงทำการผสม Sucralose และ Erythritol ในอัตราส่วนนี้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต แล้วนำไปทดแทนการใช้น้ำตาลในสูตรของเครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานในขั้นต่อไป

ตารางที่ 29 สูตรของผงเครื่องดื่มหอมสำเร็จรูปที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน

ส่วนผสม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ข้าวกลิ้งผง	29.12	29.12	29.12	29.12
ลูกเดี๋ยผง	12.48	12.48	12.48	12.48
นมผง	20.3	20.3	20.3	20.3
ครีมเทียม	1.3	1.3	1.3	1.3
โกโก้	1.3	1.3	1.3	1.3
น้ำตาล	35.5	-	-	-
สารให้ความหวาน 1	-	4.4	-	-
สารให้ความหวาน 2	-	-	3.55	-
สารให้ความหวาน 3	-	-	-	0.06

ตารางที่ 30 ผลรวมของลำดับความชอบของเครื่องดื่มทั้ง 4 สูตรที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน

ผงเครื่องดื่ม	สารให้ความหวาน	ผลรวมของลำดับความชอบ
สูตร 1	น้ำตาล	81 ^b
สูตร 2	สารให้ความหวาน 1	82 ^b
สูตร 3	สารให้ความหวาน 2	91 ^a
สูตร 4	สารให้ความหวาน 3	63 ^c

หมายเหตุ: a – c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

$$\text{ค่า } \chi^2_{\alpha=0.05, df=3} = 7.82$$

$$\text{ค่า } T \text{ จากการคำนวณ} = 8.06$$

$$\text{ค่า } LSD_{\text{rank}} = 20.24$$

4.5 ผลการสร้างสูตรเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

ผลการคำนวณสูตรเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน โดยพิจารณาหนึ่งหน่วยบริโภคมีน้ำหนักเท่ากับ 35 กรัม การสร้างสูตรต้องทำการเพิ่มและลดส่วนผสมบางชนิดในสูตรเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนด โดยเพิ่มปริมาณข้าวกล้องผงและลูกเดือยผงเพื่อเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรต เพิ่มปริมาณนมผงเพื่อเพิ่มโปรตีน เพิ่มปริมาณครีมเทียมเพื่อเพิ่มปริมาณไขมัน ทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวาน ซึ่งผลการคำนวณสูตรผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงเส้นตรงสำเร็จรูป (Lindo) พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่ได้มีพลังงานและสารอาหารเป็นไปตามข้อกำหนด โดยกำหนดให้สูตรที่ได้จากการคำนวณมีรายละเอียดของส่วนผสมและราคาคงแสดงในตารางที่ 31 และมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 31 สูตรผงเครื่องดื่มสำเร็จรูปที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
ข้าวกล้องผง	40.00	36.50	38.20
ลูกเดือยผง	14.20	16.00	13.50
นมผง	26.85	29.55	29.95
ครีมเทียม	14.10	13.10	13.50
Sucralose	0.0554	0.0554	0.0554
Erythritol	3.4946	3.4946	3.4946
โกโก้ผง	1.30	1.30	1.30
ราคา/100 g	30.22	30.81	31.37

ตารางที่ 32 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

สารอาหาร	สูตรที่ 1 (35 กรัม)	สูตรที่ 2 (35 กรัม)	สูตรที่ 3 (35 กรัม)	สารอาหารที่ กำหนด (35 กรัม)
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	143.72	144.11	144.36	< 150.00
โปรตีน (กรัม)	5.05	5.05	5.06	4.5 – 9.0
ไขมัน (กรัม)	4.68	4.71	4.78	4.16 – 5.83
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	21.55	21.52	21.44	16.87 – 22.5

4.6 ผลการศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสม

จากการศึกษาอัตราส่วนในการเติมน้ำที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำขวดล่องหนมะลิ สำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานทั้ง 3 สูตร ที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo) ดังแสดงในตารางที่ 33 พบว่า เมื่อเติมน้ำลงในผงเครื่องดื่มน้ำมากขึ้นเรื่อยๆ ค่าความหนืดที่ได้ก็จะยิ่งลดลงทุกสูตร เนื่องจากน้ำที่เติมลงไปจะไปละลายส่วนผสมทำให้อนุภาคที่เป็นของแข็งละลายลงไปหรือน้ำหรือส่วนที่ไม่ละลายก็จะกระจายตัวออกจากกัน เมื่อเติมน้ำมากขึ้นการละลายก็ดีขึ้น อนุภาคที่ไม่ละลายก็กระจายตัวกันมากขึ้น ความหนืดที่ได้จึงลดลง อัตราส่วนที่ 1 : 3.0 คือเติมน้ำน้อยที่สุดก็จะมีค่าความหนืดมากที่สุด ส่วนอัตราส่วน 1 : 4.5 เติมน้ำมากที่สุดก็จะมีค่าความหนืดน้อยที่สุดด้วย

เครื่องดื่มน้ำสูตรต้นแบบเมื่อเติมน้ำตามอัตราส่วนเดิมจะได้ความหนืดที่ 34.44 cPs ซึ่งความหนืดนี้ไม่มีความแตกต่างจากเครื่องดื่มน้ำที่เติมน้ำที่อัตราส่วน 1:4.0 ของสูตรที่ 1-3 อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) คือ 34.90 cPs, 34.54 cPs และ 34.28 cPs ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนอื่นๆ ของเครื่องดื่มน้ำสูตรที่ 1 – 3 จะมีความหนืดแตกต่างกันออกไปทุกอัตราส่วน ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนที่ 1:4.0 นี้เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบความชอบขั้นต่อไป

ตารางที่ 33 ความหนืดของเครื่องดื่มน้ำสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่อัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน ผง : น้ำ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
1 : 3.0	39.18 ^d ± 0.35	39.24 ^d ± 0.28	39.87 ^d ± 0.28
1 : 3.5	37.76 ^c ± 0.07	37.07 ^c ± 0.42	37.53 ^c ± 0.14
1 : 4.0	34.90 ^b ± 1.06	34.54 ^b ± 0.38	34.18 ^b ± 0.14
1 : 4.5	32.66 ^a ± 0.21	32.05 ^a ± 0.07	32.60 ^a ± 0.07
เครื่องดื่มนมอดัดปรุงสำเร็จ	34.44 ^b ± 0.07	34.44 ^b ± 0.07	34.44 ^b ± 0.07

หมายเหตุ: a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.7 ผลการคัดเลือกสูตรเครื่องดื่มห่วงลิ้นหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่เหมาะสม

ผลการคัดเลือกเครื่องดื่มห่วงลิ้นหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานด้วยวิธีเรียงลำดับ (Ranking) กับผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวน 30 คน ดังแสดงในตารางที่ 34 พบว่าผู้ป่วยเบาหวานชอบเครื่องดื่มห่วงลิ้นหอมมะลิสูตรที่ 2 มากที่สุด ซึ่งเป็นสูตรที่มีราคาปานกลาง ประกอบด้วยส่วนผสมของส่วนผสมที่น้อยที่สุดและถูกเคี้ยวมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกเครื่องดื่มห่วงลิ้นหอมมะลิสูตรที่ 2 ไปใช้ในการพัฒนาสูตรในขั้นต่อไป

ตารางที่ 34 ผลรวมของลำดับความชอบของเครื่องดื่มห่วงลิ้นหอมมะลิทั้ง 3 สูตร ที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

สูตรเครื่องดื่ม	ผลรวมของลำดับความชอบ
สูตร 1	56 ^b
สูตร 2	72 ^a
สูตร 3	52 ^b

หมายเหตุ: a – b หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

$$\text{ค่า } \chi^2_{\alpha=0.05, df=2} = 5.99$$

$$\text{ค่า } T \text{ จากการคำนวณ} = 7.47$$

$$\text{ค่า } LSD_{\text{rank}} = 15.18$$

4.8 ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่เดิมวิตามินแล้ว

ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่เดิมวิตามินแล้ว มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 35 พบว่า คะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 8.20 คุณลักษณะด้านกลิ่นโกโก้มีความชอบอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ส่วนคุณลักษณะด้านสีโกโก้ และ รสหวานมีความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และผลการทดสอบด้วยวิธี Just About Right Scaling พบว่าผู้ทดสอบมีความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์นี้มีคุณลักษณะด้าน สีโกโก้ กลิ่นโกโก้ และรสหวาน อยู่ในระดับพอดี คิดเป็นร้อยละ 86.66 , 86.66 และ 70.00 ตามลำดับ แสดงว่าคุณลักษณะทั้งสามนี้เป็นสิ่งที่ผู้ป่วยเบาหวานต้องการ สามารถนำไปใช้ในการผลิตเพื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไปได้

ตารางที่ 35 คะแนนความชอบเฉลี่ย และคะแนนความรู้สึกต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

N = 30

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	คะแนนความรู้สึก (ร้อยละ)		
		น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
สีโกโก้	7.77	6.67	86.66	6.67
กลิ่นโกโก้	8.03	13.34	86.66	0
รสหวาน	7.67	0	70.00	30.00
ความชอบโดยรวม	8.20	-	-	-

หมายเหตุ: คะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด - 9 ชอบมากที่สุด

5. ผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

เครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานมีสูตรที่เหมาะสมดังแสดงในตารางที่ 36 โดยมีกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 9 ภาพผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 12 และ 13 เครื่องต้มที่ได้ มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อน รับประทานโดยนำผงเครื่องต้มมาละลายน้ำร้อน (60 °C) ที่อัตราส่วนผงต่อน้ำ 1:4 ผลิตภัณฑ์นี้มีราคา 10.78 บาทต่อซอง (คิดเฉพาะวัตถุดิบ)

ตารางที่ 36 สูตรเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
ข้าวกล้องหอมมะลิผง	35.00
ลูกเดี๋ยผง	16.00
นมผง (full fat)	29.55
ครีมเทียม	13.10
Sucralose	0.0554
Erythritol	3.4946
โกโก้ผง	1.30
วิตามิน premix	1.55

ซึ่งส่วนผสมต่างๆตามสูตร จำนวน 5 กิโลกรัม ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิผง ลูกเดี๋ยผง

นมผง ครีมเทียม โกโก้ผง Sucralose Erythritol และวิตามิน premix

↓
ผสมด้วยเครื่องผสม นาน 15 นาที

↓
เครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

↓
บรรจุใส่ซองลามิเนตพอยด์ ซองละ 35 กรัม

ภาพที่ 9 กรรมวิธีผลิตเครื่องต้มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน



ภาพที่ 12 เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน



ภาพที่ 13 เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานหลังละลายด้วยน้ำร้อน

5.1 ผลการวัดค่าคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ดังแสดงในตารางที่ 37 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อน เมื่อละลายน้ำแล้วจะได้สีที่เข้มข้นเล็กน้อย มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.346 ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของอาหาร เพราะอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำกว่า 0.6 จุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเติบโต (นิธิยา, 2549) และเนื่องจากค่าดัชนีการละลายของผลิตภัณฑ์นี้ไม่สูงมาก ทำให้เมื่อละลายน้ำแล้วทิ้งไว้เป็นเวลานานจะเกิดการตกตะกอนได้ ดังนั้นควรบริโภคให้หมดภายในครั้งเดียว

ผลการวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผงเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ดังแสดงในตารางที่ 37 พบว่า ผลิตภัณฑ์นี้มีค่าความชื้นร้อยละ 5.28 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214)พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กล่าวว่า เครื่องดื่มชนิดแห้งต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 เครื่องดื่มนี้มีปริมาณโปรตีนถึงร้อยละ 14.29 เนื่องจากมีส่วนผสมของนมผงซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีน มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงถึงร้อยละ 64.03 เนื่องจากมีส่วนผสมของข้าวกล้องและลูกเดือย ซึ่งเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ปริมาณไขมันร้อยละ 14.08 เนื่องจากมีส่วนผสมของครีมเทียม ปริมาณเส้นใยหยาบร้อยละ 4.43 และปริมาณเถ้าร้อยละ 2.32 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์นี้มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง ซึ่งเป็นคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ดังแสดงในตารางที่ 37 พบว่าผงเครื่องดื่มนี้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และรำน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214)พ.ศ. 2543 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กล่าวว่า เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไม่มียีสต์และเชื้อรา ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร ด้วยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number) และตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี. โคไล (*Escherichia coli*) ดังนั้นจึงจัดว่า เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานนี้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ

ตารางที่ 37 ค่าคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ค่าทางคุณภาพ	ผงเครื่องดื่ม	เครื่องดื่มหลังละลายน้ำ
คุณภาพทางกายภาพ		
ค่าสี L*	66.09	58.80
a*	7.04	6.78
b*	17.99	14.80
วอเตอร์แอคทีวิตี (a_w)	0.346	-
ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)	66.91	-
ดัชนีการดูดซับน้ำ (g/g น้ำหนักแห้ง)	0.07	-
ความหนืด (cPs)	-	34.35
คุณภาพทางเคมี		
ความชื้น (%)	5.28	-
โปรตีน (%)	14.29	-
คาร์โบไฮเดรต (%)	64.03	-
ไขมัน (%)	14.08	-
เส้นใยหยาบ (%)	4.43	-
เถ้า (%)	2.32	-
คุณภาพทางจุลินทรีย์		
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	< 10	-
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	<10	-
Coliform (MPN/g)	< 3	-
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	< 3	-

5.2 ผลการวัดค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานนี้ ดังแสดงในตารางที่ 38 พบว่าคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมมะลิผงนี้ 35 กรัม ให้พลังงาน 150 กิโลแคลอรี โดยให้ปริมาณโปรตีน 5 กรัม ไขมัน 5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 22 กรัม ซึ่งตรงกับข้อกำหนดสารอาหารที่ผู้ป่วยโรคเบาหวานควรได้รับสำหรับอาหารระหว่างมื้อ เครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมมะลิผงนี้ให้ปริมาณวิตามินเอร้อยละ 80 วิตามินบี 1 ร้อยละ 60 วิตามินบี 2 ร้อยละ 70 วิตามินบี 6 ร้อยละ 60 วิตามินบี 12 ร้อยละ 130 จากร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเครื่องดื่มน้ำกล้วยหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานนี้ เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานเพราะให้สารอาหารและพลังงานที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังกล่าวได้อีกว่า เครื่องดื่มน้ำให้วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 และวิตามินบี 12 สูง คือให้ปริมาณวิตามินไม่น้อยกว่าร้อยละ 35 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ตามหลักเกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541

ตารางที่ 38 คุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

คุณภาพด้านโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (35 กรัม)	เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	คุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	150	150
ไขมัน (กรัม)	5	4.16 – 5.83
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	10	-
โปรตีน (กรัม)	5	4.5 – 9.0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	22	16.87 – 22.5
ใยอาหาร (กรัม)	น้อยกว่า 1	-
น้ำตาล (กรัม)	น้อยกว่า 1	-
วิตามินเอ (ร้อยละของ Thai RDI)*	80	-
วิตามินบี 1 (ร้อยละของ Thai RDI)*	60	-
วิตามินบี 2 (ร้อยละของ Thai RDI)*	70	-
แคลเซียม (ร้อยละของ Thai RDI)*	8	-
เหล็ก (ร้อยละของ Thai RDI)*	8	-
วิตามินบี 6 (ร้อยละของ Thai RDI)*	60	-
วิตามินบี 12 (ร้อยละของ Thai RDI)*	130	-

หมายเหตุ * ค่าร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes-Thai RDI)

ตารางที่ 39 ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ชอง (35 กรัม)	
จำนวนหน่วยบริโภคต่อชอง : 1	
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	
พลังงานทั้งหมด 150 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 45 กิโลแคลอรี)	
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
ไขมันทั้งหมด 5 ก.	8 %
ไขมันอิ่มตัว 3.5 ก.	18%
โคเลสเตอรอล 10 มก.	3%
โปรตีน 5 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 22 ก.	7%
ใยอาหาร น้อยกว่า 1 ก.	3%
น้ำตาล น้อยกว่า 1 ก.	
โซเดียม 55 มก.	2%
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
วิตามินเอ 80%	วิตามินบี 1 60%
วิตามินบี 2 70%	แคลเซียม 8%
เหล็ก 8%	วิตามินบี 12 130%
วิตามินบี 6 60%	
*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี	
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้	
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า 65 ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า 20 ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า 300 มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	300 ก.
ใยอาหาร	25 ก.
โซเดียม	น้อยกว่า 2,400 มก.
พลังงาน(กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4	

5.3 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Central location Test (CLT) กับกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวน 100 คน ดังแสดงในตารางที่ 40 ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 26 เพศหญิงร้อยละ 74 โดยส่วนมากมีอายุ 50 ปีขึ้นไปถึงร้อยละ 65, รองลงมาคืออายุ 40 – 49 ปีร้อยละ 21, อายุ 30 – 39 ปีร้อยละ 9, และอายุ 20 – 29 ปี ร้อยละ 5 การศึกษาระดับต่ำกว่ามัธยมมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58, รองลงมาคือ ระดับมัธยมศึกษาร้อยละ 27, อนุปริญญา, ปริญญาตรี และสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 5 เท่ากัน ทางด้านอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีอาชีพทำสวน ทำประมง และรับจ้างทั่วไปสูงถึงร้อยละ 61, รองลงมาคือธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 27, พนักงานบริษัทเอกชนร้อยละ 5, ข้าราชการร้อยละ 4 และรัฐวิสาหกิจร้อยละ 3 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนที่ 5,001 – 10,000 บาท ร้อยละ 49, รองลงมาคือ ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 21, รายได้ 10,001 – 15,000 บาท เท่ากับ รายได้ 20,001 – 25,000 บาท คือร้อยละ 10, รายได้ 15,001 – 20,000 บาท ร้อยละ 8 และรายได้สูงกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 2

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เพศ และ อายุ ไม่มีผลต่อความแตกต่างระหว่างความชอบที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานทั้งเพศชาย-หญิง และทุกกลุ่มอายุ จะมีความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 40 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค

N = 100

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
หญิง	74
ชาย	26
อายุ	
20-29 ปี	5
30-39 ปี	9
40-49 ปี	21
50 ปีขึ้นไป	65
การศึกษาสูงสุด	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	56
มัธยมศึกษา	27
อนุปริญญา(ปวช./ ปวส.)	5
ปริญญาตรี	6
สูงกว่าปริญญาตรี	6
อาชีพ	
แม่บ้าน ชาวสวน ชาวประมง รับจ้างทั่วไป	61
ธุรกิจส่วนตัว	27
พนักงานบริษัทเอกชน	5
ข้าราชการ	4
รัฐวิสาหกิจ	3
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	21
5,001-10,000 บาท	49
10,001-15,000 บาท	10
15,001-20,000 บาท	10
20,001-25,000 บาท	8
สูงกว่า 25,000 บาท	2

จากตารางที่ 41 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มน้ำวุ้นกล้วยหอม มะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมต่อผงเครื่องดื่มน้ำวุ้น 7.87 ความชอบต่อขนาดบรรจุของผงเครื่องดื่มน้ำวุ้นเท่ากับ 7.81 ความชอบต่อระยะเวลาในการละลายผงเครื่องดื่มน้ำวุ้นเท่ากับ 7.66 ความชอบต่อปริมาณเครื่องดื่มน้ำวุ้นต่อการดื่มน้ำวุ้น 1 ครั้งเท่ากับ 7.87 และความชอบโดยรวมต่อเครื่องดื่มน้ำวุ้นเท่ากับ 8.02 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 41 ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มน้ำวุ้นกล้วยหอมมะลิสำเร็จรูป สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

N = 100

ปัจจัย	ความชอบเฉลี่ย
ความชอบโดยรวมของผงเครื่องดื่มน้ำวุ้น	7.87 ± 0.84
ขนาดบรรจุของผงเครื่องดื่มน้ำวุ้นต่อซอง	7.81 ± 0.90
ระยะเวลาที่ใช้ในการละลายผงเครื่องดื่มน้ำวุ้น	7.66 ± 0.81
ปริมาณเครื่องดื่มน้ำวุ้นต่อการดื่มน้ำวุ้น 1 ครั้ง	7.87 ± 0.88
ความชอบโดยรวมต่อเครื่องดื่มน้ำวุ้น	8.02 ± 0.79

จากตารางที่ 42 ผลการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 99 และไม่ยอมรับร้อยละ 1 เพราะยังไม่แน่ใจในผลิตภัณฑ์นี้ ส่วนการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นี้ในราคาที่สูงกว่าท้องตลาด (ประมาณ 10 – 15 บาท) พบว่าผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 93 และ ไม่ซื้อร้อยละ 7 โดยให้เหตุผลว่าผลิตภัณฑ์มีราคาสูงเกินไป และผู้บริโภคมีรายได้น้อยหรือไม่มีรายได้เป็นของตนเอง

ตารางที่ 42 การยอมรับและตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

N = 100

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)
การยอมรับผลิตภัณฑ์	
ยอมรับ	99
ไม่ยอมรับ	1
การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	
ซื้อ	93
ไม่ซื้อ	7

6. ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลของน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังการบริโภคเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ของผู้ทดสอบ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลของน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 27 คน ทั้งก่อน และหลังดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ดังแสดงในตารางที่ 43 สามารถแบ่งผู้ป่วยโรคเบาหวานออกเป็น 3 ประเภท คือผู้ป่วยเบาหวานขึ้นเริ่มต้น จำนวน 4 คน ซึ่งหลังจากดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานแล้ว มีผู้ป่วยระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น 3 คนและ ลดลง 1 คน กลุ่มที่สองคือผู้ป่วยเบาหวานทั่วไป จำนวน 22 คน ซึ่งหลังจากดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานแล้ว มีผู้ป่วยระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น 12 คนและ ลดลง 10 คน กลุ่มที่สามคือผู้ป่วยเบาหวานขั้นรุนแรง จำนวน 1 คน ซึ่งหลังจากดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานแล้ว มีระดับน้ำตาลในเลือดลดลง ซึ่งผู้ป่วยทั้ง 3 กลุ่มนี้จะมีทั้งที่ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นและลดลง จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าเครื่องดื่มนี้จะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือดมากหรือน้อยขึ้นกับอาการป่วยเพียงอย่างเดียว ต้องมีปัจจัยอื่นๆมาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การได้รับยาของผู้ป่วย หรือกิจกรรมการใช้พลังงานในช่วงนั้นๆของผู้ป่วย

การที่ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นแต่ไม่เกินระดับที่กำหนดถือเป็นเรื่องปกติ เพราะเมื่อร่างกายได้รับอาหารเข้าไป ก็จะมีการย่อยสลายน้ำตาลออกมาในกระแสเลือดเพื่อส่งไปเป็นพลังงานตามส่วนต่างของร่างกายทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ส่วนการที่ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงเนื่องมาจากในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงนั้นผู้ป่วยกลุ่มนี้อาจมีการทำกิจกรรมที่ร่างกายต้องใช้พลังงานมากกว่า 150 กิโลแคลอรี ซึ่งไม่เพียงพอจากเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปที่ดื่มเข้าไปเพียงอย่างเดียว ร่างกายจึงต้องสลายพลังงานส่วนอื่นออกมา จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงได้

ตารางที่ 43 ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานก่อนและหลังดื่มเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิ
สำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

คนที่	ระดับน้ำตาลในเลือดก่อนดื่ม (มก./100 ซีซี)	ระดับน้ำตาลในเลือดหลังดื่ม (มก./100 ซีซี)	การเปลี่ยนแปลง (มก./100 ซีซี)
ผู้ป่วยเบาหวานขั้นเริ่มต้น			
1	111	122	11
2	97	98	1
3	89	83	-6
4	113	150	37
ผู้ป่วยเบาหวานทั่วไป			
5	174	191	17
6	127	157	30
7	122	120	-2
8	130	119	-11
9	158	202	44
10	155	132	-23
11	191	203	12
12	149	132	-17
13	177	174	-3
14	136	129	-7
15	155	167	12
16	130	162	32
17	136	171	35
18	166	161	-5
19	155	142	-13
20	139	182	43

ตารางที่ 43 (ต่อ)

ลำดับที่	ระดับน้ำตาลในเลือดก่อนดื่ม (มก./100 ซีซี)	ระดับน้ำตาลในเลือดหลังดื่ม (มก./100 ซีซี)	การเปลี่ยนแปลง (มก./100 ซีซี)
ผู้ป่วยเบาหวานทั่วไป			
21	153	164	11
22	159	167	8
23	189	198	9
24	122	94	-28
25	184	168	-16
26	135	127	-8
ผู้ป่วยเบาหวานขั้นรุนแรง			
27	265	256	-9

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาเครื่องดัดข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ การสำรวจตลาด การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ป่วยเบาหวาน การผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง ลูกเดือยผง และศึกษาคุณภาพ การศึกษาสูตรพื้นฐานโดยการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิผง และลูกเดือยผง พัฒนาสูตรเครื่องดัดข้าวกล้องหอมมะลิให้มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวานโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง ศึกษาคุณภาพของเครื่องดัดข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

1. ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน พบว่ามีผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 3 รายี่ห้อ มีราคา 270 – 550 บาทต่อกระป๋อง น้ำหนักสุทธิ 400 กรัม รับประทานโดย การนำผลิตภัณฑ์มาละลายน้ำแล้วดื่ม และผลการสำรวจตลาดสารให้ความหวาน พบว่า มีสารให้ความหวานทั้งหมด 7 ยี่ห้อ แบ่งออกได้เป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงาน และสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน

2. ผลการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ป่วยเบาหวานพบว่า ผู้ป่วยต้องการเครื่องดัดที่มีสีและกลิ่นธรรมชาติ มีรสหวาน บรรจุในซองลามิเนตฟลอยด์ เมื่อละลายแล้วมีปริมาตร 150 มิลลิลิตร มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน ราคาซองละประมาณ 7-10 บาท

3. ผลการเตรียมข้าวกล้องหอมมะลิผง และลูกเดือยผง พบว่าวิธีการเตรียมข้าวกล้องหอมมะลิผงที่เหมาะสมจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิที่เหลือจากการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส คือการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.10 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่อง Centrifugal Mill แล้วร่อนที่ความละเอียด 150 เมช ส่วนการเตรียมลูกเดือยผง เริ่มจากทำความสะอาดลูกเดือยแล้วนำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลม

4. ผลการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยข้าวกล้องหอมมะลิผง 35.00% ลูกเดือยผง 16.00% นมผง 29.50% ครีมเทียม 13.10% ชูคราโลส 0.05% เออร์ทริทอล 3.50% โกโก้ผง 1.30% ทำการเติมวิตามินพรีมิก 1.55% โดยคำนวณจากวิตามินบีอย่างน้อยร้อยละ 25 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

5. ผลการวัดค่าคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน พบว่ามีค่าความชื้น, โปนติน, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, เส้นใยหยาบ และเถ้า 5.28%, 14.29%, 64.03%, 14.08%, 4.43% และ 2.32% มีค่าวอเตอร์แอคทีวิตี 0.346 ดัชนีการดูดซับน้ำ 0.07 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง และค่าดัชนีการละลาย 66.91% ความหนืดที่ 60 °C 34.90 (cP) คุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน 35 กรัม ประกอบด้วยพลังงานทั้งหมด 150 กิโลแคลอรี ไขมัน 5 กรัม คอเลสเตอรอล 10 มิลลิกรัม โปรตีน 5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 22 กรัม ใยอาหารน้อยกว่า 1 กรัม น้ำตาลน้อยกว่า 1 กรัม มีวิตามินเอร้อยละ 80 วิตามินบี 1 ร้อยละ 60 วิตามินบี 2 ร้อยละ 70 วิตามินบี 6 ร้อยละ 60 วิตามินบี 12 ร้อยละ 130 ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และรานน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g และอีโคไลน้อยกว่า 3 MPN/g

6. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน พบว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวน 100 คน มีความชอบรวมต่อ

7. ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานทั้งก่อนและหลังดื่ม เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าเครื่องดื่มนี้ไม่ทำให้ระดับ น้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นเกินระดับที่กำหนดไว้ จึงปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานนี้มีส่วนประกอบหลัก คือข้าวกล้องและลูกเดือย ซึ่งอาจมีการใช้สมุนไพรอื่นที่ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดมาเป็น ส่วนประกอบในเครื่องดื่มนี้ได้เช่นกัน
2. ควรมีการศึกษาถึงผลของเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วย เบาหวานที่มีต่อระดับน้ำตาลในเลือดให้มากกว่านี้ เช่น ให้ผู้ป่วยดื่มเครื่องดื่มติดต่อกันเป็นระยะ เวลานานกว่านี้แล้วแล้วศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด
3. ควรมีการทดสอบตลาด โดยการทดลองนำผลิตภัณฑ์นี้ไปขายตามโรงพยาบาลเพื่อดู ผลตอบรับที่แน่นอนจากผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังเป็นการให้ความรู้ ให้ แนะนำกับ และเพิ่มทางเลือกให้ผู้ป่วยอีกด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. สารให้ความหวาน. สำนักพิมพ์ จาร์พา เทคโนโลยี จำกัด, กรุงเทพฯ.

กองบรรณาธิการไอส์หมอ. 2549. รู้ทันเบาหวาน 3. สำนักพิมพ์ ไอส์หมอ, กรุงเทพฯ.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

แก้ว กาญจนา. 2547. ตำราสมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน. สำนักพิมพ์ นีออนบุ๊ก มีเดีย, กรุงเทพฯ.

จงจิตร อังคทะวณิช. 2545. อาหารโภชนาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร. ฝ่ายเอกสารและตำราคณะสหเวชจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. 2548. สมุนไพรบำบัดเบาหวาน. สำนักพิมพ์ เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ.

จิรพรรณ กุลดิลก. 2530. เอกสารการสอนชุดวิชาเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมและทฤษฎีต้นทุน. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

นัศรแก้ว วิรูปุตร. 2550. การพัฒนาเครื่องดื่มสุขภาพสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะชูกิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัชนก นุกิจ. 2549. การพัฒนาแบตเตอรี่เคัลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ขาว
ดอกมะลิ105. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2547. เสริมสุขภาพตามวิถีธรรมชาติด้วยข้าวกล้อง. อาหาร 34(2): 102-104.

ธิตี สันบุญ และคณะ. 2549. การดูแลเบาหวานแบบองค์รวม. สาขาวิชาต่อมไร้ท่อเมตะบอลิซึม
ภาควิชาอายุศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นฤมล รัตนกรพันธุ์. 2550. การใช้ค่า rapid available glucose เป็นตัวชี้วัดการตอบสนองต่อระดับ
น้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงในข้าวและผลิตภัณฑ์หลังการย่อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยมหิดล.

นิธิยา รัตนานนท์. 2549. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2549. ซูคราโลส ดี-เอ็ด. แหล่งที่มา : <http://www.d-et.com/th/sucralose.asp>, 12 ธันวาคม
2551.

เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2548. ซูคราโรส อีกหนึ่งสารให้ความหวานที่ควรรู้จัก. ฟอร์ ควิลิตี้ 12
(92): 122-125.

เบญจพรรณ บุรวัฒน์. 2547. การใช้แป้งข้าวกล้องในการผลิตอาหารสูตรปั่นผสมสำหรับผู้ป่วย
เบาหวานประเภทที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผลสุติ สายชนะพันธ์ และ พันธิตร มะลิสุวรรณ. 2546. สมุนไพรบำบัดโรคเบาหวาน. สำนักพิมพ์
ทีไชน์, กรุงเทพฯ.

พรพิลาส สายแก้ว และคณะ. 2547. การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารเข้าสำเร็จรูปจากลูกเดี๋ย.

โครงการเรียนการสอนเพื่อประสบการณ์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรศรัล จุลกัลป์. 2553. การพัฒนาอาหารเลี้ยงเชื้อจากแป้งข้าวหอมมะลิสำหรับฟังใจ. วิทยานิพนธ์
ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรศักดิ์ มนต์ศิริเจริญ. 2534. การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก. วารสารอาหาร 21(3)

เพ็ญขวัญ ชมปริดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภัทรี ทิพย์รักษ์. 2549. การพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่mlูกเดี๋ย *Coix lacryma-jobi* Lonn. ผง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มาลี บรรจบ และ สุทธิดา ไชยราช. 2541. การศึกษาสรรพคุณลดน้ำตาลในเลือดของพันธุ์ไม้ไทย.
สถาบันวิจัยสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข.

รุ่งนภา ประดิษฐพงษ์ 2539. การผลิตมอลโทเดกซ์ทรินจากแป้งข้าวโดยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส
เพื่อใช้ในการรักษากลิ่นหอมของข้าวสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วชิรวรรณ สุวรรณไตรย์. 2543. ความเข้มแข็งในการมองโลกและการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด
ของผู้ป่วยเบาหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2539. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ สุริยบรรณ,
กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ โล่สุนทร และ วิโรจน์ เจียมจรัสรังสี. 2550. ระบาดวิทยาของโรคเบาหวานปัจจัยเสี่ยง และ การตรวจคัดกรองในประเทศไทย. ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม. คณะ แพทยศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ หอมสมบัติ. 2543. ข้าวกล้อง, น. 79-92. ใน เอกสารประกอบการจัดงานอุตสาหกรรมข้าว ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศยามล เนตรประภา. 2544. การพัฒนาเครื่องต้มข้าวหอมมะลิกลิ่นใบเตย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สิ้นขวาชัย. 2547. การวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมอาหาร เล่ม 2 : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม. 2551. สารประชากร มหาวิทยาลัยมหิดล. 17(1)

สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข. 2549. การสำรวจสถานะสุขภาพอนามัยของประชาชนไทยโดยการ ตรวจร่างกายครั้งที่ 3 พ.ศ. 2546 - 2547 กันยายน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. น้ำตาลและสารให้ความหวาน.

แหล่งที่มา:http://www3.ipst.ac.th/chemistry/index.php?option=com_content&view=article&id=77:-m---m-s&catid=38:article&Itemid=59, 14 สิงหาคม 2554.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรม เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรจักร และ สุรศักดิ์. 2548. **คู่มือดูแลสุขภาพด้วยวิตามินและเกลือแร่**. สำนักพิมพ์ พิมพ์ดี, กรุงเทพฯ.

สุวรรณ กิจภากรณ์. 2530. **ผลิตภัณฑ์จากน้ำมัน**. ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทย์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมผง**. มอก. 391-2524.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. **ชีววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2536. **อุตสาหกรรมจากธรรมชาติ เมล็ดถั่ว และพืชหัวของไทยในอนาคต**. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร 4(2) : 26-34.

อารีวัลยะเสวีและคณะ. 2521. **โรคโภชนาการ เล่ม 2**. คณะแพทยศาสตร์, โรงพยาบาลรามาธิบดี.

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. 2000. **Official methods of analysis of AOAC International**, 17th ed. AOAC international, Gaithersburg, MD.

Karunanayake EH. et al. 1984. **Oral hypoglycaemic activity of some medicinal plants of Sri Lanka**. J Ethno pharmaclo 11(2) : 223 – 231

P. Stanely et al. 1997. **Effect of Syzigium cumini Extracts on Hepatic Hexokinase and Glucose – 6 – Phosphatase in Experimental Diabetes**. Phytother Res. II 2 : 529 – 531

Roman – Ramos et al. 1991. **Experiment study of hypoglycaemic activity of some antidiabetic plants.** Arch Invest Med (Mex) 22(1) : 87 – 93

Takahashi M et al. 1986. **Isolation and hypoglycaemic activity of coixano A, B and C, glycans of Coxi lachryma-jobi var. ma-yuen seeds.** Planta Medica 52 : 64 - 65

Trinidad P. et al. 2010. **Glycemic index of commonly consumed carbohydrate foods in Philipines. Journal of functional foods.** 2(2010) : 271 – 274

Witoon. 2009. **Advance Sensory Techniques for Product Development.** Department of Product Development Kasetsart University. (Unpublished manuscript)





ตารางผนวกที่ ก1 ค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (a_w) ของลูกเคี้ยวที่ได้จากการอบแห้ง
ด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาต่างๆ

time (hr)	90 °C		80 °C	
	Moisture (%)	a_w	Moisture (%)	a_w
0	57.04	0.861	57.04	0.861
0.5	54.18	0.845	53.11	0.851
1	45.31	0.839	41.41	0.842
1.5	24.07	0.831	29.25	0.830
2	17.43	0.776	21.68	0.779
2.5	11.48	0.639	16.31	0.743
3	6.4	0.426	10.29	0.508
3.5	5.75	0.317	9.4	0.481
4	4.82	0.304	6.82	0.375
4.5	3.85	0.234	5.74	0.343
5	3.26	0.222	4.58	0.294
6	3.01	0.217	3.47	0.193



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามการสำรวจผู้บริโภคและการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค

แบบสอบถาม

การสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์
เครื่องดื่มห่วงล้องหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

- เรื่อง** ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
- เรียน** ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม
- คำชี้แจง** แบบสอบถามชุดนี้เป็นการสำรวจระดับคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มห่วงล้องสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อที่จะได้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต และเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวปณิตพร ยุทธวิสุทธิ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยและจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
- คำอธิบาย** เครื่องดื่มห่วงล้องสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน หมายถึง เครื่องดื่มชนิดผง สำหรับชงดื่ม จะมีลักษณะขุ่นหนืด มีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวานรับประทาน โดยการละลายน้ำร้อน

ขอขอบพระคุณ
นางสาวปณิตพร ยุทธวิสุทธิ

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ใน O หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

O ชาย

O หญิง

2. อายุ

O ต่ำกว่า 20 ปี

O 20-29 ปี

O 30-39 ปี

O 40-49 ปี

O 50 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุด

O ต่ำกว่ามัธยมศึกษา

O มัธยมศึกษา

O อนุปริญญา(ปวช./ ปวส.)

O ปริญญาตรี

O สูงกว่าปริญญาตรี

O อื่นๆ / โปรดระบุ

4. อาชีพ

O นิสิต/นักศึกษา

O ข้าราชการ

O รัฐวิสาหกิจ

O พนักงานบริษัทเอกชน

O ธุรกิจส่วนตัว

O อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

O น้อยกว่า 5,000 บาท

O 5,001-10,000 บาท

O 10,001-15,000 บาท

O 15,001-20,000 บาท

O 20,001-25,000 บาท

O สูงกว่า 25,000 บาท

12. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพที่ท่านรู้จัก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | | |
|---|--|---|
| ☐ กลูเซอเนา เอสอาร์ | ☐ เอนซัวร์ | ☐ โบทานิค |
| ☐ Nutren Balance | ☐ เจ็น-ดีเอ็ม GEN-DM | ☐ เอทีพี พลัส |
| ☐ ซองเดอร์ | ☐ เนสวิต้า | ☐ Nutrilite Protein (Amway) |
| ☐ ไมโล | ☐ โอวัลติน | ☐ อื่นๆ |

13. ท่านดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพปริมาณเท่าใดต่อวัน

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ 1 แก้ว ต่อวัน | ☐ 2 แก้ว ต่อวัน |
| ☐ อื่นๆ | |

14. วัตถุประสงค์ที่ท่านดื่มเครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ

- | | |
|---|--|
| ☐ แทนอาหารมื้อหลัก เช่น อาหารเช้า | ☐ เป็นอาหารว่างระหว่างมื้อ |
| ☐ อื่นๆ | |

15. ในครอบครัวของท่าน ใครเป็นผู้บริโภคเครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ

- | | |
|--|--|
| ☐ ผู้สูงอายุ เช่น ปู่ ย่า ตา ยาย | ☐ ผู้ใหญ่ วัยทำงาน |
| ☐ เด็ก | ☐ อื่นๆ |

16. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพจากที่ใด

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| ☐ ซูเปอร์มาร์เก็ต | ☐ ร้านขายยา |
| ☐ โรงพยาบาล | ☐ อื่นๆ |

17. ความถี่ในการซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพของท่าน

- | | |
|--|---|
| ☐ น้อยกว่า อาทิตย์ละ 1 ครั้ง | ☐ อาทิตย์ละ 1 ครั้ง |
| ☐ เดือนละ 1 ครั้ง | ☐ อื่นๆ |

18. ในการซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เพื่อสุขภาพท่านซื้อตามคำแนะนำของใคร

- | | |
|--|--|
| ☐ แพทย์ / โรงพยาบาล | ☐ เกษตรกร ตามร้านขายยา |
| ☐ ผู้ป่วยโรคเบาหวานด้วยกัน | ☐ อื่นๆ |

ส่วนที่ 4

แนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product Concept) เครื่องดื่มสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

เครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ผลิตจากกากข้าวกล้องหอมมะลิผสมลูกเดือยซึ่งเป็นสมุนไพรไทยที่ใช้ในการบำบัดรักษาโรคเบาหวาน สามารถใช้รับประทานแทนอาหารระหว่างมื้อ เพื่อช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน มีสารอาหารและพลังงานครบถ้วน มีวิตามิน แร่ธาตุ และใยอาหารที่จำเป็นเหมาะสมตามความต้องการของร่างกาย โดยผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะเป็นผงละเอียดบรรจุในซองลามิเนต เพียงเติมน้ำร้อนและคนให้ละลาย ก็สามารถรับประทานได้ทันที

19. ท่านเห็นด้วยกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์ ดังกล่าวหรือไม่

- ☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

20. สีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่ท่านต้องการ

- ☐ สีขาว ☐ สีครีม ☐ สีนํ้าตาลอ่อน
☐ สีธรรมชาติ ☐ อื่นๆ

21. กลิ่นของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่ท่านต้องการ

- ☐ ไม่มีกลิ่น ☐ กลิ่นวนิลลา ☐ กลิ่นลูกเดือย
☐ กลิ่นช็อคโกแลต ☐ อื่นๆ

22. รสชาติของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่ท่านต้องการ

- ☐ ไม่หวาน ☐ หวาน ☐ หวานมาก

23. ลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวกล้องสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่ท่านต้องการ

- ☐ เป็นของเหลวที่มีส่วนผสมของขึ้นฉ่ายพืช สามารถเคี้ยวได้ (คล้าย เนสท์เล่)
☐ เป็นของเหลวที่มีลักษณะละเอียดขึ้น (คล้าย โยเกิร์ต)
☐ เป็นของเหลวที่มีลักษณะเหมือนน้ำ / นม

24. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวุ้นสำหรับผู้ป่วยเบาหวานบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์แบบไหน

☐ ซองลามิเนต วิธีการเตรียมโดยนำผลิตภัณฑ์มาละลายในน้ำร้อนจนหมดซอง รับประทานหมดภายใน 1 ครั้ง

☐ กระป๋องอลูมิเนียม มีวิธีการเตรียมโดยตักตามปริมาณที่กำหนดผลิตภัณฑ์มาละลายในน้ำร้อน ที่เหลือเก็บไว้ในกระป๋อง ใช้ในการรับประทานครั้งต่อไป

25. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวุ้นสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เมื่อละลายน้ำแล้วมีปริมาตรเท่าไร

☐ 100 มิลลิลิตร

☐ 120 มิลลิลิตร

☐ 150 มิลลิลิตร

☐ 200 มิลลิลิตร

☐ อื่นๆ

26. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวุ้นสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน มีอายุการเก็บรักษานานเท่าไร

☐ 3 เดือน

☐ 6 เดือน

☐ 1 ปี

27. หากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวุ้นหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวานจำหน่ายในท้องตลาด ท่านสนใจหรือไม่

☐ สนใจ

☐ ไม่สนใจ

28. ราคาที่ท่านคิดว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวุ้นสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน คือ

☐ ซองละ บาท

☐ กระป๋องละ บาท

29. ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวุ้นหอมมะลิสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

.....

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

- เรื่อง** ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
- เรียน** ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม
- คำชี้แจง** แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวปณิตพร ยุทธวิสุทธิ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยและจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
- คำอธิบาย** เครื่องดื่มหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ประกอบด้วย หอมมะลิ ลูกเดือย นมผง ครีมเทียม สารให้ความหวาน และวิตามินต่างๆ จึงทำให้เครื่องดื่มนี้นี้นมีรสหวานแต่ไม่มีพลังงานจากน้ำตาล มีสารอาหารและพลังงานครบถ้วน มีวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็น เหมาะสมตามความต้องการของร่างกาย มีลักษณะเป็นผง สำหรับชงดื่มด้วยน้ำร้อน สามารถใช้รับประทานแทนอาหารระหว่างมื้อ เพื่อช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน

ขอขอบพระคุณ
นางสาวปณิตพร ยุทธวิสุทธิ

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ใน O หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตาม
ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

O ชาย

O หญิง

2. อายุ

O ต่ำกว่า 20 ปี

O 20-29 ปี

O 30-39 ปี

O 40-49 ปี

O 50 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุด

O ต่ำกว่ามัธยมศึกษา

O มัธยมศึกษา

O อนุปริญญา(ปวช./ ปวส.)

O ปริญญาตรี

O สูงกว่าปริญญาตรี

O อื่นๆ / โปรดระบุ

4. อาชีพ

O นิสิต/นักศึกษา

O ข้าราชการ

O รัฐวิสาหกิจ

O พนักงานบริษัทเอกชน

O ธุรกิจส่วนตัว

O อื่นๆ โปรดระบุ

5. รายได้ต่อเดือน

O น้อยกว่า 5,000 บาท

O 5,001-10,000 บาท

O 10,001-15,000 บาท

O 15,001-20,000 บาท

O 20,001-25,000 บาท

O สูงกว่า 25,000 บาท

ส่วนที่ 2 การทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้งหอมมะลิสำเร็จรูป สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

6. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้งหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยให้ท่าน
เทผงเครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้งลงในแก้วและละลายด้วยน้ำร้อน แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ
โดยทำเครื่องหมาย / ใน ☐ คำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ความชอบโดยรวมของผงเครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้ง

ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปานกลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ขนาดบรรจุของผงเครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้งต่อซอง

ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปานกลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ระยะเวลาที่ใช้ในการละลายผงเครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้ง

ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปานกลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ปริมาณเครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้งต่อการดื่มน้ำ 1 ครั้ง

ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปานกลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ความชอบโดยรวมต่อเครื่องดื่มน้ำวาล์วกลิ้ง

ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปานกลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำกลั่นหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวานนี้ หรือไม่

☐ ยอมรับ

☐ ไม่ยอมรับ เพราะ

8. ถ้าผลิตภัณฑ์นี้มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่าย โดยบรรจุในซองอะลูมิเนียมลามิเนต ขนาดบรรจุ 35 กรัมต่อซอง และมีความปลอดภัยโดยได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้ในราคาที่สูงกว่าเครื่องดื่มน้ำสำเร็จรูปในท้องตลาด (ประมาณ 10 – 15 บาท) หรือไม่

☐ ซื้

☐ ไม่ซื้ เพราะ

9. ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำกลั่นหอมมะลิสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค
การคำนวณต้นทุนของวัตถุดิบ

การคำนวณต้นทุน

การคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์จากค่าวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายอื่นๆ โดยประมาณค่าจาก ค่าวัตถุดิบคิดเป็นร้อยละ 52 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 48 ของต้นทุนทั้งหมด (จิรพรรณ, 2530)

1. ราคารูกเดียวแห้งคุณภาพดี

ลูกรูกเดียวแห้งราคากิโลกรัมละ 19 บาท

เมื่อคัดเอาสิ่งเจอปนออกแล้ว จะได้ลูกรูกเดียวแห้งคุณภาพดีร้อยละ 98.50

$$\text{การคำนวณ} = 19 \times 100 / 98.50$$

$$\text{ดังนั้นจึงคิดเป็นราคา} = 19.29 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}$$

2. ราคารูกเดียวผงขนาด 150 เมช

ลูกรูกเดียวแห้งคุณภาพดี ราคากิโลกรัมละ 19.29 บาท

เมื่อนำไปนึ่ง อบแห้ง บด และร่อนด้วยตระแกรงขนาด 150 เมช จะได้ลูกรูกเดียวผงขนาด 150 เมช ร้อยละ 75.50

$$\text{การคำนวณ} = 19.29 \times 100 / 75.50$$

$$\text{ดังนั้นจึงคิดเป็นราคา} = 25.55 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}$$

การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์จากค่าวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายอื่นๆ เป็นค่าวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 52 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 48 ของต้นทุนทั้งหมด

$$\text{ดังนั้นต้นทุนของลูกรูกเดียวผงน้ำหนัก 1 กิโลกรัม คิดเป็นราคา} = 25.55 \times 100 / 52$$

$$= 49.13 \text{ บาท}$$

3. ราคาปลายข้าวกล้องหอมมะลิคุณภาพดี

ปลายข้าวกล้องหอมมะลิ ราคา กิโลกรัมละ 7.00 บาท

เมื่อคัดเอาสิ่งเจอปนออกแล้ว จะได้ปลายข้าวกล้องหอมมะลิคุณภาพดีร้อยละ 99.50

$$\text{การคำนวณ} = 7.00 \times 100 / 99.50$$

$$\text{ดังนั้นจึงคิดเป็นราคา} = 7.03 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}$$

4. ราคาแป้งข้าวกล้องหอมมะลิขนาด 100 เมส

ปลายข้าวกล้องหอมมะลิคุณภาพดี ราคา กิโลกรัมละ 7.03 บาท

เมื่อนำไปอบแห้ง บด และร่อนด้วยตระแกรงขนาด 100 เมส จะได้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิขนาด 100 เมส ร้อยละ 95.00

$$\text{การคำนวณ} = 7.03 \times 100 / 95.00$$

$$\text{ดังนั้นจึงคิดเป็นราคา} = 7.40 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}$$

5. ราคาข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยแล้ว

การผลิตข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยแล้วมาจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิขนาด 100 เมช น้ำหนัก 1 กิโลกรัม จะต้องใช้

น้ำกลั่น 3.7 กิโลกรัม

น้ำกลั่นราคา 3.25 บาทต่อลิตร

ดังนั้นน้ำกลั่นคิดเป็นราคา $3.7 \times 3.25 = 12.03$ บาท

เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส(BAN 480L) 35.0 กรัม

เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส(BAN 480L) ราคา 642 บาท ต่อกิโลกรัม

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส(BAN 480L)คิดเป็นราคา} &= 35 \times 642 / 1000 \\ &= 22.47 \text{ บาท}\end{aligned}$$

จากการผลิตข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยมาจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิจำนวน 100 เมช
จะได้ข้าวกล้องหอมมะลิตี้อยู่แล้ว คิดเป็นร้อยละ 83.00

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นข้าวกล้องหอมมะลิตี้อยู่แล้ว น้ำหนัก 1 กิโลกรัม} \\ \text{จึงคิดเป็นราคา} &= (7.40 + 12.03 + 22.47) \times 100 / 83 \\ &= 50.48 \text{ บาท}\end{aligned}$$

6. ราคาข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยแล้วบดเป็นผง

ข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยแล้ว ราคา กิโลกรัมละ 50.48 บาท

เมื่อนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่อง drumdried จะได้ข้าวกล้องหอมมะลิตี้อยู่
แล้วบดเป็นผง คิดเป็นร้อยละ 40.00

$$\begin{aligned}\text{การคำนวณ} &= 50.48 \times 100 / 40.00 \\ \text{ดังนั้นจึงคิดเป็นราคา} &= 126.2 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}\end{aligned}$$

5. ราคาข้าวกล้องหอมมะลิผงขนาด 150 เมช

ข้าวกล้องหอมมะลิตี้อยู่แล้วบดเป็นผง ราคา กิโลกรัมละ 126.12 บาท

เมื่อนำไปบด และร่อนด้วยตระแกรงขนาด 150 เมช จะได้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิผงขนาด
150 เมช ร้อยละ 98.00

$$\begin{aligned}\text{การคำนวณ} &= 126.12 \times 100 / 98.00 \\ \text{ดังนั้นจึงคิดเป็นราคา} &= 128.77 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}\end{aligned}$$

การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์จากค่าวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายอื่นๆ เป็นค่าวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 52 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 48 ของต้นทุนทั้งหมด

ดังนั้นต้นทุนของข้าวกล้องหอมมะลิผงขนาด 150 เมต 1 กิโลกรัม

$$\text{คิดเป็นราคา} = 128.77 \times 100 / 52$$

$$= 247.63 \text{ บาท}$$

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวปณัฏพร ยุทธวิสุทธิ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	27 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยรังสิต
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่น	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ผลงาน ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ประจำปี งบประมาณ 2552