

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตและพัฒนาถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF CRISPY SOY BEANS FOR HEALTH



โดย

นายทศพล ฉิมพาลี

นางสาววีรนุช หวันเสนา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 60054
วัน,เดือน,ปี..... 26 ส.ย. 2549

b.....
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2548

ชื่อเรื่อง	การผลิตและพัฒนาถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ Production and Development of Crispy Soy Beans for Health
ชื่อ-สกุล	นายทศพล นิมพลี นางสาววีรนุช หวันเสนา
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุญนาค

บทคัดย่อ

การศึกษาทดลองผลิตอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเหลือง คือ ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ พร้อมทั้งได้ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวด้วย เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค ซึ่งเป็นทั้งการเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารและเป็นการเพิ่มมูลค่าของถั่วเหลืองให้สูงขึ้นอีกด้วย

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ โดยได้ศึกษาการทดลองตั้งแต่กระบวนการเตรียมเมล็ดถั่วเหลืองและการทำให้ถั่วเหลืองมีความกรอบร่วน ซึ่งได้ทดลองใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO₃) ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลและการใช้ความร้อนขึ้นโดยวิธีการนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีใดเป็นวิธีที่ทำให้ถั่วเหลืองมีลักษณะกรอบร่วนมากที่สุด ผลปรากฏว่าถั่วเหลืองที่ใช้สารเคมี สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะที่ดีที่สุด จากนั้นจึงได้นำถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่สารละลายดังกล่าวและผ่านการนึ่งแล้วไปทอดให้สุกที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที แล้วนำไปคลุกกับส่วนผสมได้แก่ แป้งสาลี 22 เปอร์เซ็นต์ แป้งพรีเจลาทีน 11 เปอร์เซ็นต์ กลูโคสไซรัป 6 เปอร์เซ็นต์ ซูโครสไซรัป 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ผงขมิ้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ผงถ่าน 1.5 เปอร์เซ็นต์ที่เตรียมไว้ แล้วนำไปทอดอีกครั้งที่ อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที นำขึ้นชั้นน้ำมัน แล้วนำผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบ เพื่อสุขภาพที่ได้โรยผงเกลือฝูน 0.5 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพนำไป บรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดใส (polypropylene) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 10 องศา เซลเซียสเป็นเวลา 45 วัน นำมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและเก็บรักษาไว้ 60 วันแล้วนำมา ตรวจสอบทางประสาทสัมผัส

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เคลือบผงขมิ้น และผงถ่านเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่ามีความชื้น 2.55 1.85 2.75 และ 2.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับที่ 1089-2535 ที่กำหนดไว้ คือ ไม่เกิน 4.5 เปอร์เซ็นต์

การตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เคลือบ ผงขมิ้นและผงถ่านที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยรวมแล้วพบว่าทุก ตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงที่เป็นกลาง แสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพ ปกติ ไม่เสื่อมเสีย

การตรวจสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยวิธีฮีโดนิค (hedonic scale scoring test) เป็นคะแนนระดับ 5 คะแนน ผลปรากฏว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด คือ ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เคลือบด้วยแป้งพรีเจลลาทีไนซ์แล้วใส่ผงขมิ้นและผงถ่านตามลำดับ ในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยทางด้านสี 3.74 และ 3.52 รสชาติ 3.87 และ 3.75 ความกรอบ 4.00 และ 4.12 และ ลักษณะโดยรวม 4.00 และ 4.10 ตามลำดับ

ส่วนการตรวจสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบซึ่งเก็บ รักษาไว้ในถุงพลาสติกชนิดใส (polypropylene) ปิดผนึกแล้วสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 60 วัน โดยไม่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียไปได้

ดังนั้นจากการศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวและสามารถสร้าง มูลค่าเพิ่มให้กับถั่วเหลืองได้อีกทางหนึ่งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะ รองศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุณนาค ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการกรุณาให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและวิธีการแก้ไขปัญหา รวมทั้ง ขอบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณบารมี ทองใบน้อย นายช่างเทคนิคผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลือในการบริการเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษ และอำนวยความสะดวกในการทดลอง นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆ จาก เจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร และผู้ทดสอบชิ้นซึ่งเป็นนักศึกษาศาखाวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบชิ้น

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา พี่ๆ และสมาชิกในครอบครัวที่ให้อำนาจใจและการสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ทศพล ฉิมพลี

วีรนุช หวันเสนา

มีนาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ถั่วเหลือง.....	4
2.2 แป้งสาลี.....	8
2.3 แป้งคัดแปร.....	11
2.3.1 แป้งพรีเจลาทีไนซ์.....	13
2.3.2 แป้งข้าวเหนียวคัดแปร.....	15
2.4 สารที่ให้ความหวาน.....	15
2.4.1 กลูโคส.....	15
2.4.2 ซูโครส.....	15
2.5 ถ่านไม้ไผ่.....	16
2.6 ขมิ้น.....	18
2.7 สารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ฟู.....	23
2.7.1 เบกิ้งโซดา.....	23
2.7.2 แอมโมเนีย.....	23
2.8 เกลือ.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	25
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	25
3.2 วิธีการ.....	25
3.3 สถานที่ทำปัญหาพิเศษ.....	38
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย.....	38
บทที่ 4 ผลวิจัยและวิจารณ์ผล.....	39
4.1 ผลการวิจัย.....	39
4.2 การทดสอบหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	44
4.3 การทดสอบหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH).....	44
4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส.....	45
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	51
ภาคผนวก ก.....	52
ภาคผนวก ข.....	53
ภาคผนวก ค.....	54
ภาคผนวก ง.....	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	5
กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดถั่วเหลือง ในแป้งถั่วเหลือง ในอาหารชั้น (concentrate) และส่วนที่แยกออกเป็นอิสระ (isolates) เมื่อเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดเป็นอาหารที่มีคุณภาพดี.....	
2	8
องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวสาลี.....	
3	26
สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	
4	32
สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	
5	34
สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	
6	36
สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	
7	40
การเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อความกรอบร่วนของถั่วเหลือง.....	
8	40
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองโรยผงเกลือฟู.....	
9	41
คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองโรยผงเกลือฟู โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน.....	
10	42
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองโรยผงเกลือฟู.....	
11	42
คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองคลุกแป้งพีริเจลาทีนซ์ โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน.....	
12	43
คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองคลุกผงขมิ้นและผงถ่าน โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน.....	
13	44
แสดงความชื้นของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	
14	45
แสดงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	
15	45
คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน.....	
ตารางภาคผนวกที่	
1	57
คุณลักษณะทางเคมีของถั่วกรอบปรุงรส.....	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
2 สารปนเปื้อน.....	57
3 แผนการซึ่กตัวอย่างสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และความกรอบ ซ้อบกพร่องที่ขอมให้มิได้ สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก.....	59
4 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี กลิ่นรส และความกรอบ.....	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพกระบวนการผลิตแป้งสาลี.....	11
2	ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	27
3	ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	28
4	ขั้นตอนการเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อความกรอบร้อน ของเมล็ดข้าวเหลือง.....	31
5	ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	33
6	ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	35
7	ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ.....	37
8	ตัวเหลืองแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (ซ้าย) และ ตัวเหลืองที่ทำการนึ่ง (ขวา).....	41
9	ตัวเหลืองที่คลุกผงขมิ้นและตัวเหลืองที่คลุกผงถ่าน.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเข้ามามีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหารของประชาชนเป็นอันมาก แต่อาหารขบเคี้ยวเหล่านั้นมิได้มีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย อีกทั้งยังทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพต่างๆ ตามมา เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน เป็นต้น ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค เพราะนอกจากจะรับประทานเป็นอาหารว่างแล้วยังให้คุณค่าทางโภชนาการได้อีกด้วย (<http://www.scb.co.th/mkthai/mkooq2t.html>) อีกทั้งยังสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคใหม่ ที่ให้ความสำคัญกับสุขภาพเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่ใช้วัตถุดิบสำคัญ คือ ถั่วเหลืองและมีสมุนไพรเป็นส่วนผสมซึ่งหาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีราคาถูก

ถั่วเหลือง เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตของถั่วเหลืองมากทำให้ราคาถั่วเหลืองมีราคาถูก ถึงแม้ว่าถั่วเหลืองจะสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ แต่ที่ได้รับความนิยมและสามารถทำเป็นธุรกิจได้ก็คือ น้ำมันถั่วเหลือง เท่านั้นเอง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ออกมาแต่ละปีกับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นั้นมีน้อยมาก ดังนั้นต้องมีการส่งเสริมให้มีการแปรรูปถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มอุปสงค์ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับถั่วเหลือง นั่นก็คือ แปรรูปเป็นถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ ซึ่งตามปกติแล้วจะใช้ถั่วเหลืองที่มีราคาแพงเปลี่ยนมาเป็นถั่วเหลืองที่มีราคาถูกกว่า และมีปริมาณสารอาหารที่มากกว่ามาแปรรูปแทน

ไขมันเป็นพืชล้มลุก มีหัวหรือเหง้าอยู่ใต้ดิน เนื้อในมีสีเหลืองอมส้ม มีกลิ่นหอมและเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านอาหารใช้เป็นเครื่องเทศปรุงรสชาติ ทำสีผสมอาหาร ในด้านการแพทย์มีไขมันเป็นส่วนผสมของยารักษาโรคหลายชนิด เช่น ยาลดกรดขับลม แก้ปวดท้อง ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ เป็นยาเจริญอาหาร ขับน้ำเหลือง รักษาโรคผิวหนัง ในด้านอุตสาหกรรมไขมันใช้เป็นสีย้อมผ้าและเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง ใช้ทำกระดาษไขมันเพื่อทดลองความเป็นกรดด่าง

ถ่านไม้ไผ่ในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า ทาเคซุมิ (takesumi) หรือ ทิกูทาน (tikutan) เป็นถ่านไม้ไผ่ที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิสูงกว่าหนึ่งพันองศาเซลเซียส จึงทำให้ถ่านไม้ไผ่ที่เผาอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับนี้มีคุณภาพดีกว่าถ่านไม้ไฟทั่วไป คือ สามารถปล่อยประจุลบ (negative ion) ออกมาและเมื่อเรารับประทานเข้าไปจะสามารถเปลี่ยนอนุมูลอิสระให้กลายเป็นออกซิเจนได้ โดยการเข้าไปจับตัวกับอนุมูลนั้นๆ ซึ่งหากเกิดปฏิกิริยาเช่นนี้ในร่างกายของเรา จะทำให้ออกซิเจนภายในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ระบบไหลเวียนในร่างกายดีขึ้น อันจะทำให้ร่างกายสามารถขับสารตกค้างต่าง ๆ ออกไปได้ง่ายขึ้น ส่งผลทำให้สุขภาพดีขึ้น จึงเรียกถ่านไม้ไฟนี้ว่า “ถ่านไม้ไฟเพื่อสุขภาพ” (กิตติเลิศคำ, www.thaifoodcorner.com/charcoaldidi)

จากการที่ประชาชนทั่วไปนิยมบริโภคอาหารขบเคี้ยวกันมากขึ้น โดยเฉพาะเด็กที่กำลังเจริญเติบโต จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องการสารอาหารที่มีคุณค่าต่อการเจริญเติบโต ถั่วเหลืองมีโปรตีนสูง อีกทั้งถ่านไม้ไฟที่เผาอุณหภูมิสูงมีประจุลบและไขมันซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายคงได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นผู้ที่ปัญหาพิเศษ จึงมีความสนใจที่ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

สำหรับงานพัฒนาถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรก ศึกษาส่วนผสมที่ใช้ในการพัฒนาถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ ส่วนที่สอง ทำการศึกษาและเปรียบเทียบชนิดของแป้งที่นำมาใช้เป็นส่วนผสม ส่วนสุดท้าย ศึกษาปริมาณผงไขมันและผงถ่านที่ใช้เป็นส่วนผสมของสูตรที่ผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ
2. เพื่อศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งในการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ
3. เพื่อศึกษาปริมาณผงไขมันและผงถ่านที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ
4. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษากระบวนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ หาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคยอมรับ โดยประเมินทางประสาทสัมผัส หาปริมาณผงไขมันและผงถ่านที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตรการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
3. เพิ่มมูลค่าของถั่วเหลืองให้สูงขึ้น
4. ได้อาหารประเภทอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลก นิยมปลูกโดยทั่วไปเพราะถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนและปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูง จึงเป็นพืชที่ให้ประโยชน์ในแง่ทางโภชนาการ ตลอดจนการแปรรูปเป็นน้ำมันพืชที่ใช้ในการบริโภคและเป็นอาหารสัตว์ (เกษตรศาสตร์, 2543 : 84)

อภิพรรณ พุกภักดี ได้กล่าวถึงชื่อต่างๆดังนี้

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Glycine max merr*

ชื่อสามัญ *Soy Bean*

วงศ์ *PAPILIONACEAE*

ชื่ออื่นๆ ภาคเหนือเรียกว่า มะถั่วเน่า ถั่วหนัง ถั่วเน่า

ภาคกลางเรียกว่า ถั่วเหลือง ถั่วแระ ถั่วพระเหลือง

อภิพรรณ พุกภักดี (2546 : 53) กล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วเหลืองดังนี้

1. ต้นเป็นพรรณไม้ล้มลุกมีอายุสั้นไม่เกิน 1 ปี ลำต้นมีความสูงประมาณ 50-80 เซนติเมตรและมีขนสีเหลืองปกคลุมทั้งต้น
2. ใบจะเป็นใบประกอบและจะมีใบย่อยประมาณ 3 ใบ ก้านใบนั้นจะปกคลุมด้วยขนสีเหลือง ส่วนตัวใบจะมีความยาวประมาณ 6-13 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 4-8.5 เซนติเมตร ตรงใบจะแหลมสั้น ขอบใบจะเรียบหรือเป็นหยักเล็กน้อย ฐานใบจะกลมและตัวใบทั้ง 2 ด้านจะมีขนสีเหลืองแข็ง
3. ดอก จะออกเป็นช่อสั้นๆ ตามง่ามใบคอกนั้นเล็กจะเป็นสีขาวหรือสีม่วง กลีบเลี้ยงจะเป็นสีเขียว ส่วนกลีบดอกมีลักษณะคล้ายผีเสื้อ และดอกย่อยจะมีประมาณ 2-10 ดอก กลีบดอกจะปกคลุมด้วยขนสีเหลืองแข็ง
4. เมล็ด (ผล) ผลนั้นจะออกเป็นฝักยาวประมาณ 5-7 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ฝักจะปกคลุมไปด้วยขนสีเหลือง ส่วนเมล็ดจะมีลักษณะเป็นรูปกลมรีเปลือกนอกเมล็ดจะเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองออกเขียวหรือเป็นสีดำก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ถั่วเหลือง แบ่งพันธุ์ถั่วเหลืองออกเป็นดังนี้

พันธุ์ สจ. 1 พันธุ์นี้มีเมล็ดค่อนข้างเล็กชาวบ้านเรียกว่า พันธุ์ดำดำ หรือพันธุ์ยอดสั้น เมล็ดสีเหลือง ตาสีดำ อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน

พันธุ์ สจ. 2 เมล็ดมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ สจ. 1 ชาวบ้านเรียกว่าพันธุ์ ดาแดง เมล็ดมีสีแดง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 100 วัน

พันธุ์ สจ. 4 เมล็ดมีสีเหลือง ตามีสีน้ำตาลอ่อน อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 95 วันปลูกได้ดีทั่วไปในฤดูฝนและฤดูแล้ง ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์ สจ. 1 และ สจ. 2

พันธุ์ สจ. 5 เป็นพันธุ์ที่ค้นพบล่าสุด คล้ายพันธุ์ สจ. 4 เมล็ดมีขนาดโต มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

2.1.1 องค์ประกอบทางโภชนาการของถั่วเหลือง

องค์ประกอบที่สำคัญของเมล็ดถั่วเหลือง ได้แก่ โปรตีนและน้ำมัน ตามปกติ พันธุ์ถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูงจะมีโปรตีนในเมล็ดประมาณ 40-42 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักประมาณ 20-22 เปอร์เซ็นต์ โดยคิดเทียบจากน้ำหนักแห้ง โปรตีนจากถั่วเหลืองนับว่าเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโน ที่จำเป็นต่อมนุษย์ (essential amino acid) ค่อนข้างสูง ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้โดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ สำหรับโปรตีนในถั่วเหลืองนั้น พบว่า กรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบเช่น เมทไทโอนีน (methionine) และ ซีสทีน (cystine) จะมีความเข้มข้นระดับต่ำ ในทางตรงข้าม ไลซีน (lysine) และ ลิวซีน (leucine) จะมีความเข้มข้นสูงดังแสดงในตารางที่ 1 ในขณะที่โปรตีนจากธัญพืชจะอยู่ลักษณะตรงข้าม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการผสมธัญพืชและถั่วเหลืองในการประกอบอาหารจะทำให้มนุษย์ได้รับโปรตีนที่สมดุลและมีคุณภาพดีอีกด้วย (อภิพรธ พุกภักดี, 2546 : 70)

ตารางที่ 1 กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดถั่วเหลือง ในแป้งถั่วเหลือง ในอาหารข้น (concentrate) และส่วนที่แยกออกเป็นอิสระ (isolates) เมื่อเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดเป็นอาหารที่มีคุณภาพดี

กรดอะมิโน	มาตรฐาน FAO	ถั่วเหลือง			
		เมล็ด	แป้ง	อาหารข้น	แยกออกเป็นอิสระ
ซิสทีน	4.2	1.3	1.6	1.6	1.3
ไอโซลิวซีน	4.2	4.5	4.7	4.8	4.9
ลิวซีน	4.8	7.8	7.9	7.8	7.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ต่อ) กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดถั่วเหลือง ในแป้งถั่วเหลือง ในอาหารชั้น (concentrate) และส่วนที่แยกออกเป็นอิสระ (isolates) เมื่อเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดเป็นอาหารที่มีคุณภาพดี

กรดอะมิโน	มาตรฐาน FAO	ถั่วเหลือง			
		เมล็ด	แป้ง	อาหารชั้น	แยกออกเป็นอิสระ
ไลซีน	4.2	6.4	6.3	6.3	6.4
เมทไทโอนีน	2.2	1.3	1.4	1.4	1.3
เฟนิลอะลานีน	2.8	4.9	5.3	5.2	5.4
ทริปโตเฟน	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4
ไทโรซีน	2.8	3.1	3.8	3.9	4.3
วาเลีน	4.2	4.8	5.1	4.9	4.7

ที่มา : Weing, 1997 (อ้างโดย อภิพรหม พุกภักดี, 2546 : 72)

2.1.2 สรรพคุณของถั่วเหลือง

วิทย์ เทียงบุญธรรม (2547 : 34) ได้กล่าวถึงสรรพคุณต่างๆ ของถั่วเหลืองดังนี้

1. ดอก ใช้สดเป็นยารักษาต่อกระดูก
2. ใบ ใช้สดนำมาต้มกิน ใช้เป็นยารักษาภายนอก โดยการตำพอก เป็นยารักษาคนที่ถูกงูกัด และมีอาการเลือดออกบ่อยๆ
3. เมล็ด ใช้แห้งประมาณ 30-90 กรัม นำมาต้มกิน เป็นยาบำรุงม้าม หล่อลื่นลำไส้เป็นยาระบาย ขับปัสสาวะ รักษาโรคตาขโมย บิด ชูบผอม สตรีที่มีครรภ์โดนพิษเฉียบพลัน แผลมีหนองเรื้อรัง บาดแผลภายนอกมีเลือดออกให้นำเอาเมล็ดมาตำพอกหรือจะต้มน้ำให้เกรียมบดเป็นผงผสมทาบริเวณที่เป็นแผล ส่วนเมล็ดถั่วคั้นนั้นใช้แห้งประมาณ 10-15 กรัม นำมาต้มกินเป็นยาเม็ดหรือยาผงกิน ถ้าใช้ภายนอกให้บดเป็นผงทา หรือจะคั้นเอาแต่น้ำทาก็ได้ ใช้รักษาอาการพิษต่างๆ ขาบวม บวมน้ำ ตัวเหลืองบวมน้ำ ชักกระตุก ลมพิษ ลมชักหลังคลอด ขับลม ขับปัสสาวะ ทำให้โลหิตหมุนเวียนดี และเป็นแผลฝีเรื้อรัง
4. เปลือกเมล็ด ใช้แห้งประมาณ 10-15 กรัม นำมาต้มน้ำกินเป็นยาบำรุงโลหิต ขับปัสสาวะ บรรเทาอาการเหงื่อออกมาก ปวดศีรษะและเป็นแผลเน่าเปื่อยเนื่องจากกรนอนแช่ปัสสาวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กากเมล็ด ที่เหลือจากการบีบน้ำมันจะมีปริมาณโปรตีนสูง ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ และยังใช้กินแทนเนื้อสัตว์ป้องกันการดูดตัวของไขมันในเส้นเลือดได้

2.1.3 ประโยชน์ทางคลินิก

1. รักษาสตรีที่มีครรภ์ที่ได้รับพิษอย่างเฉียบพลัน เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณแคลเซียมน้อย เกลือแร่ต่ำ แต่มีปริมาณวิตามินบีหนึ่งและกรดนิโคตินิคค่อนข้างมาก จึงทำให้ความดันเลือดลดลง และช่วยขับปัสสาวะด้วย

2. รักษาแผลที่มีหนองเรื้อรังที่เท้า โดยการเอาถั่วเหลืองมาล้างให้สะอาด และเอาสิ่งเจือปนออกให้หมด จากนั้นนำไปบดละเอียด ใส่สารกันบูดเล็กน้อยโดยก่อนที่จะพาดึงทำความสะอาดแผลก่อนแล้วจึงทาบนผิวหนังแผล ปิดแผล และเปลี่ยนยาวันละครั้ง ไม่ว่าจะเป็แผลเรื้อรังที่นานก็สามารถหายได้

3. รักษาโรคหูด โดยการเอาถั่วเหลืองมาเพาะให้แตกราก นำมาต้มกินจืดๆ วันละ 3 มื้อ ติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน และในวันที่สี่ก็ให้กินอาหารเป็นปกติ และกินถั่วงอกเป็นอาหารเสริมได้ ผลปรากฏว่าไม่มีโรคอีก

2.1.4 ประโยชน์ทางเภสัชวิทยา

วิทย์ เทียงบุญธรรม (2547 : 36) ได้กล่าวถึงประโยชน์ทางเภสัชวิทยาของถั่วเหลืองว่า เมล็ดถั่วเหลืองจะมีสารพวกไอโซฟลาโวน ซึ่งมีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนในเพศหญิงทำให้หนูทดลองที่กินสารสกัดด้วยน้ำมันถั่วเหลืองในขนาด 2.5 กรัมต่อตัวต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 6 วัน ปรากฏว่ามดลูกของหนูทดลองนี้จะหนักมากขึ้นอีก ส่วนสารที่มีฤทธิ์แรง คือ สารประกอบของฮีน

2.1.5 การแปรรูปถั่วเหลือง

ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการหุงต้มมีความสำคัญต่อคุณค่าทางอาหาร และการย่อยของถั่วมาก ถั่วดิบหรือถั่วที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอมีคุณค่าทางอาหารต่ำ เนื่องจากสารหลายตัวที่ขัดขวางการย่อยของสารอาหารในถั่วเองถูกทำลายไม่หมด โดยทั่วไปจากการทดลองพบว่าความร้อนของไอน้ำเดือด 15 นาที สามารถทำลายทริปซินอินฮิบิเตอร์ และฮีมากลูตินินในถั่วเหลืองได้ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติแนะนำให้ใช้ไอน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที หรือหนึ่งในหม้อหนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 ถึง 20 นาที การต้มภายในความดันมีประสิทธิภาพดีกว่าการต้มในน้ำเดือด เนื่องจากอุณหภูมิสูงกว่า

การใช้ความร้อนต้องระมัดระวังอุณหภูมิและระยะเวลา การใช้ความร้อนสูงนานเกินไปผลทำให้การย่อยลดน้อยลง คุณภาพโปรตีนต่ำลงเนื่องจากกรดอะมิโนหลายตัว เช่น อาร์จินีน ทริปโตเฟน ฮิสติดีน เซรีน ซีสตีน และไลซีน บางส่วนถูกทำลาย ซีสตีนทนความร้อนได้น้อย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุดประมาณ $\frac{1}{2}$ ถึง $\frac{2}{3}$ ของปริมาณซิสตินถูกทำลายเมื่อได้รับความร้อนสูงเกินไป ไลซีนนอกจากจะสลายตัวแล้วยังทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งเกิดปฏิกิริยาเกิดสีน้ำตาลซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนต่ำลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทำให้เอนไซม์ไม่สามารถย่อยโปรตีนเหล่านี้ได้

ถั่วดิบนอกจากมีสารขัดขวางการย่อยแล้ว ยังมีรสขมและกลิ่นเฉพาะตัวคือ กลิ่นถั่ว ซึ่งลดลงได้โดยการใช้ความร้อนระหว่างขบวนการหุงต้ม (คณะกรรมการกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร, 2541: 443)

2.2 แป้งสาลี

ข้าวสาลี (wheat) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triticum spp.* มีปลูกตั้งแต่สมัยโบราณ ในประเทศอิหร่าน อียิปต์ กรีซ และประเทศในทวีปยุโรป ต่อมาได้ขยายพื้นที่ไปตามส่วนต่างๆ ของโลก ข้าวสาลีที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ที่ใช้ทำขนมปัง (*T. Aestivum*) พันธุ์ที่ใช้ทำมกกะโรนี (*T. durum*) และพันธุ์ที่ใช้ทำขนมเค้ก (*T. compactu*) ในยุคอียิปต์โบราณ ได้มีการนำแป้งจากข้าวสาลีมาใช้เคลือบผ้าลินินให้แข็งแรงใช้สำหรับห่อมัมมี่ ในปัจจุบันได้มีการนำแป้งสาลีมาใช้ประโยชน์ในร้านซักรีดต่างๆ เนื่องจากความแตกต่างของขนาดเม็ดแป้ง เม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กจะเข้าไปในช่องว่างระหว่างเส้นใยของเนื้อผ้า ส่วนเม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเคลือบผิวหน้าเสื้อผ้า ใช้เป็นสารประกอบในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางเนื่องจากมีสีขาวบริสุทธิ์ สำหรับอุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำแป้งสาลีมาใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติการเป็นเจลที่อุณหภูมิเย็น ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดได้แก่ เค้ก ใช้ในการติดกาวติดผนัง (wallpaper) นอกจากนี้ยังใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งแปรรูปต่างๆ เช่น ไดอัลดีไฮด์สตาร์ช (dialdehyde starch) สตาร์ชแซนไทด์ (starch xanthide) และเป็นวัตถุดิบในการหมักกรดอินทรีย์อีกมากมาย องค์ประกอบต่างๆ ในเมล็ดข้าวสาลี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวสาลี

องค์ประกอบ	ร้อยละ
ความชื้น	14
แป้ง	64
โปรตีน	12.5
ไขมัน	1.65
เยื่อใย	2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ) องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวสาลี

องค์ประกอบ	ร้อยละ
เถ้า	1.75
น้ำตาลและกัม	3.6

ที่มา : Kerr, 1950 (อ้างโดย กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2546 : 102)

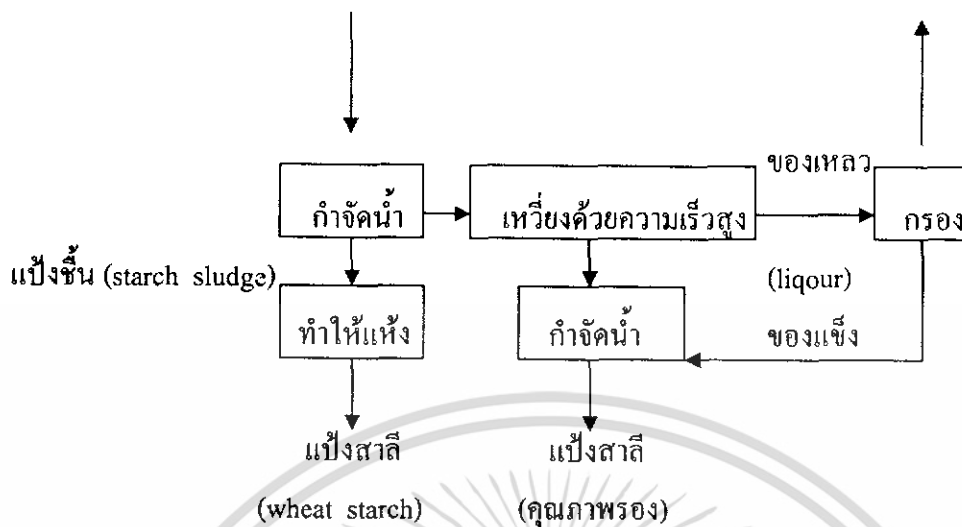
กระบวนการผลิตแป้งสาลีมีหลักการเช่นเดียวกับการผลิตแป้งข้าวโพด ข้าวสาลีที่นำมาไม่แห้งและทำความสะอาดโดยการคัดร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็คือ ฟลาวัวร์ (wheat flour) ซึ่งอุดมไปด้วยโปรตีน กลูเทิน เหมาะสำหรับการทำอาหาร เช่น ขนมปังต่างๆ แต่ถ้าจะผลิตเป็นแป้งสตาร์ช (wheat starch) จึงจะต้องใช้น้ำเป็นตัวกลางแยกสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ได้แก่ ไขมันและโปรตีนออกจากแป้ง

กระบวนการผลิตแป้งสาลีมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ วิธีที่นิยมมากที่สุด คือ มาติน โพรเซส (Martin process) วิธีแอมโมเนีย โพรเซส (Ammonia process) เป็นวิธีแยกแป้งออกจากกลูเตน โดยใช้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) และวิธีบัทเตอร์ (Batter)

กระบวนการผลิตแป้งสาลี (wheat starch) โดยวิธีมาติน โพรเซส (Martin process) ดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มด้วยผสมฟลาวัวร์จากข้าวสาลี (wheat flour) กับน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 0.65 โดยน้ำหนัก ผสมให้เข้ากัน แล้วนวดให้เกิดโด (dough) น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส และมีเกลือแร่ปนอยู่ด้วย เนื่องจากการใช้น้ำอ่อน (soft water) จะทำให้โดและไม่เป็นก้อน หลังจากนั้นพักโดไว้ประมาณ 40 นาที แล้วผ่านไปยังเครื่องสกัด (extraction vessel) ใช้น้ำเย็นล้างสตาร์ชออกจากกลูเตน กลูเตนที่เหลืออยู่ด้านล่างของเวชเซส (vessel) มีน้ำประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ นำมาผ่านลูกกลิ้ง เพื่อกำจัดน้ำส่วนหนึ่งออก แล้วทำให้แห้ง สับให้เป็นเม็ดเล็กๆ บรรจุลง ได้เป็นกลูเตนสีน้ำตาลอ่อน มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีน 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง

น้ำแป้ง (starch slurry) ที่แยกได้จากเครื่องสกัด (extraction vessel) มีแป้งอยู่ 7-9 เปอร์เซ็นต์ จะมีส่วนของโปรตีนขนาดเล็กติดอยู่ นำมาผ่านตะแกรง เพื่อแยกกลูเตนออก แล้วผ่านสารละลายแป้งที่เหลือมายัง D.S.M. screen เพื่อแยกอนุภาคขนาดเล็กออก แป้ง (starch) ที่ได้จะนำมาล้าง ทำให้เข้มข้น และแยกโปรตีนที่ติดอยู่ออก โดยจะทำการเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกันเป็นลำดับ ได้สารละลายแป้งที่มีแป้งอยู่ 30 เปอร์เซ็นต์ นำมากำจัดน้ำด้วยเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) ได้แป้งที่มีความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำให้แห้ง ได้เป็นแป้งสีขาวมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แผนภาพกระบวนการผลิตแป้งสาลี
(ที่มา : Knight, 1970 : 156)

2.3 การดัดแปรแป้ง

2.3.1 จุดประสงค์ในการดัดแปรแป้ง

เนื่องจากมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งบางครั้งไม่เป็นที่ต้องการต่อการใช้ในระดับอุตสาหกรรม หรือยังไม่เหมาะสมกับสภาวะบางอย่าง จึงมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติ แป้งดัดแปร (modified starch) ความหมายตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ซึ่งต่างๆ ของแป้งดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลักษณะของแป้งนั้นอาจเป็นลักษณะเฉพาะพิเศษจากแหล่งที่ผลิต เช่น แป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง ซึ่งมีลักษณะจำเพาะ เช่น รูปร่าง และการพองตัว แต่สิ่งที่แป้งทุกๆ ชนิดมีคล้ายกันคือ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดเมื่อปัจจัยความร้อน แรงเฉือน และเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งแป้งแต่ละชนิดจะแสดงการเปลี่ยนแปลงคล้ายๆ กัน ถ้าสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติเหล่านี้ได้จะทำให้เราสามารถนำแป้งไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มากขึ้น การดัดแปรแป้งจึงได้มีผู้ค้นคว้าวิจัยขึ้น ทั้งโดยทางกายภาพและทางเคมี ทั้งนี้เนื่องจากแป้งมีความพร้อมในการทำปฏิกิริยาต่างๆ ได้ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งดิบโดยทั่วไปมีสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสมกับการผลิตในอุตสาหกรรม ได้แก่ มีช่วงความหนืดที่แคบ มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี มีความคงทนต่อแรงเฉือนในกระบวนการผลิตหรือคงทนต่อสภาวะต่างๆ ต่ำ ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ และสิ้นเปลืองงบประมาณในการผลิตโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงมีการดัดแปรคุณสมบัติบางประการของแป้งดิบเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

2.3.2 การแบ่งประเภทของแป้งดัดแปร

การดัดแปรแป้งมีผู้แบ่งกลุ่มไว้หลายประเภทและหลายรูปแบบ ในที่นี้จะขอแบ่งกลุ่มตามบีเมลเลอร์ (BeMiller, 1984 : 550) ที่เสนอกลุ่มดังนี้

2.3.2.1 การดัดแปรทางเคมี (Chemical modification)

1. การเกิดอนุพันธ์ (derivatization)

- การแทนที่สารในโมเลกุลเดี่ยวของแป้ง (monostarch substitution) ทั้งปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งแอซิเตต (starch acetate) หรือ ปฏิกิริยาไฮดรอกซีเอทิลเลชัน เช่น แป้งไฮดรอกซีเอทิล (hydroxyethyl starch)

- การแทนที่โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เช่น แป้งคลอสลิง (cross-linked starch)

2. การลดขนาดโมเลกุลแป้งโดยกรด (acid thinning) เช่น แป้งย่อยด้วยกรด (acid modified starch)

3. เดกซ์ทรินิเซชัน (dextrinization) เป็นการลดขนาดหรือเปลี่ยนการจับเกาะ (depolymerization/transglycoslation) โดยใช้ความร้อน หรือความร้อนกับกรด เช่น เดกซ์ทริน (dextrin)

4. ออกซิเดชัน (oxydation) ทำให้เกิดฟองสีและลดขนาดของโมเลกุลโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (bleaching depolymerization) เช่น แป้งออกซิไดซ์ (oxidized starch)

5. การย่อยสลาย (hydrolysis) โดยใช้น้ำย่อยหรือกรด เพื่อย่อยสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กเช่น มอลโตเดกซ์ทริน (maltodextrin)

2.3.2.2 การดัดแปรทางกายภาพ (Physical modification)

1. เจลาติไนเซชัน (gelatinization) เป็นการให้ความร้อนแป้งจนผ่านขั้นตอนของเจลาติไนเซชันแล้วทำให้แห้งทันที เช่น แป้งพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch)

2. แป้งละลายน้ำเย็น (Granular-Cold-Water-Soluble-Starch : GCWSS) เป็นการแปรรูปจนได้แป้งที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาติไนเซชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การลดขนาดเม็ดแป้งโดยทางกล การทำให้เม็ดแป้งแตกโดยทางกล จะได้เม็ดแป้งขนาดเล็กกว่าปกติ

4. เอนเนลิ่ง (annealing) เป็นการให้ความร้อนในขณะที่เม็ดแป้งอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเจลาทีไนเซชัน

5. การแปรรูปด้วยความร้อนชื้น (heat moisture treatment) เป็นการให้ความร้อนสูงกว่าจุดเจลาทีไนเซชันแก่แป้งในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ

2.3.2.3 การตัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnological modification)

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งโดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

1. แวกซ์ สตาร์ช (waxy starch) คือ แป้งที่มีอะมิโลสต่ำหรือไม่มีเลย
2. ไฮอะไมโลส สตาร์ช (high-amylose starch) คือ แป้งที่มีอะมิโลสสูง

2.3.3 แป้งพรีเจลาทีไนซ์

แป้งพรีเจลาทีไนซ์ หรือ แป้งพรีเจล ทางการค้าเรียกว่าอัลฟาสตาร์ช (alpha starch) เป็นแป้งตัดแปรทางกายภาพที่ทำโดยให้ความร้อนแก่แป้ง ทำให้แป้งสุกหรือเกิดเจลาทีไนซ์ แล้วทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้ง เช่น เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) เครื่องทำแห้งแบบพอง (spray dryer) หรือเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ (extruder) และบดให้ละเอียด ได้แป้งตัดแปรที่สามารถละลายกระจายตัวได้ในน้ำเย็น ให้ความหนืดได้ทันที และไม่เกิดเจล เหมาะสำหรับใช้กับอาหารที่ไม่ต้องให้ความร้อน เช่น ขนมพุดดิ้ง น้ำเกรวี่ ซอส ใต๋กึ่งสำเร็จรูป ส่วนผสมของซูปผง

2.3.3.1 การผลิตแป้งพรีเจลาทีไนซ์

การผลิตแป้งพรีเจลาทีไนซ์สามารถใช้ได้ทั้งแป้งดิบและแป้งตัดแปรทางเคมีชนิดต่างๆ โดยป้อนแป้งในรูปสารแขวนลอยหรือแป้งเปียก ลงในเครื่องทำแห้ง ซึ่งในสารแขวนลอยจะมีปริมาณของแข็งได้สูงที่สุดถึง 44 เปอร์เซ็นต์ และ 42 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มีการเติมสารช่วยการเกิดเจลาทีไนซ์ (gelatinization acid) เช่น เกลือหรือเบส เติมน้ำที่ช่วยป้องกันไม่ให้แป้งติดกับลูกกลิ้ง (surface active agent) เติมน้ำเกลือ เช่น โซเดียมฟอสเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต เกลืออะลูมิเนียม เพื่อป้องกันแป้งเกาะกันเป็นก้อน เติมน้ำปรุงแต่งรสหรือส่วนผสมอื่นๆ ในการป้อนแป้งสู่เครื่องทำแห้งต้องมีการควบคุมให้แป้งมีความหนาสม่ำเสมอเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

เมื่อผ่านน้ำแป้งสู่เครื่องทำแห้ง ความร้อนจากผิวหน้าลูกกลิ้งจะทำให้น้ำในน้ำแป้งระเหยออกไป ได้แป้งที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางราบบนผิวหน้าลูกกลิ้ง และถูกดูดออกโดยใบมีด หลังจากนั้นนำไปอบแห้งและบดให้ละเอียด แผ่นแป้งที่ราบบนผิวหน้าลูกกลิ้งที่บางเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียผลิตภัณฑ์และถ้าแผ่นแป้งหนาเกินไปจะทำให้ใบมีดทำงานไม่สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทำแห้งที่ใช้ในการผลิตแป้งพรีเจลมีหลายชนิด ได้แก่ เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เครื่องทำแห้งแบบสเปรย์และเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ ซึ่งเครื่องทำแห้งแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมต่อวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกันออกไป โดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งจะเป็นวิธีที่เหมาะสมและนิยมมากที่สุด เนื่องจากสามารถมีอัตราการผลิต (ผลิตภัณฑ์/เวลา) ได้สูง ส่วนการใช้เครื่องมืออัดแรงสูงอย่างเอ็กซ์ทรูดเดอร์มีอัตราการผลิตต่ำแต่มีข้อได้เปรียบในเรื่องของความสะดวก การควบคุมคุณภาพ

เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีทั้งแบบเดี่ยว (single) และแบบคู่ (double) โดยต้องมีการปรับอุณหภูมิของผิวลูกกลิ้งและอัตราการหมุน ให้สอดคล้องกับปริมาณความชื้นและความสามารถในการเกิดเจลที่ในซ์ของแป้งแต่ละชนิด สำหรับแบบลูกกลิ้งคู่จะต้องควบคุมระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งให้เท่ากันตลอดแนวความยาวของลูกกลิ้ง และให้สอดคล้องกับอุณหภูมิภายในลูกกลิ้ง อัตราการหมุน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของโลหะที่ใช้ทำลูกกลิ้ง

แป้งบางชนิดที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เมื่อนำมาผลิตแป้งพรีเจลจะทำให้เกิดกลิ่นหืน (rancidity) เนื่องจากเม็คแป้งถูกทำลาย สามารถแก้ไขกลิ่นหืนนี้โดยการเติมเกลือออร์โทฟอสเฟตหรือทำการสกัดกรดไขมันด้วยเอธานอลและแอม โมเนียเพื่อปรับปรุงกลิ่นรสของแป้ง

2.3.3.2 คุณสมบัติและการนำไปใช้

แป้งพรีเจลสามารถละลายและกระจายตัวได้ในน้ำเย็นหรือที่อุณหภูมิห้องไม่มีการเกิดเจลหรือมีแนวโน้มในการเกิดเจลลดลงและสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่าแป้งดิบ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่สามารถละลายและให้ความหนืดได้ทันที โดยไม่ต้องใช้ความร้อน เช่น ในขนมพุดดิ้ง น้ำเกรวี่ ซอส ไล้กึ่งสำเร็จรูป พาย ครีมหน้าขนมต่างๆ ส่วนผสมของซูปผง ใช้เป็นสารยึดเกาะในอาหารประเภทเนื้อเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้นและอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเพื่อช่วยการดูดซับน้ำและเก็บฟองอากาศได้ดีขึ้น ทำให้เค้กมีความชุ่มชื้นและมีปริมาณเพิ่มขึ้น ได้ลักษณะเนื้อเค้กที่มีความสม่ำเสมอ ใช้เป็นส่วนผสมในของหวานที่มีลักษณะคล้ายโยเกิร์ต ใช้เป็นตัวปรับเนื้อสัมผัส (texturizing agent) สำหรับซีเรียลข้าวโอ๊ต ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารขบเคี้ยว ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวสำหรับส่วนผสมของอาหารแช่แข็ง เช่น มิลค์เชค (milk shake) ใช้ในเกสซกรรม เป็นสารยึดเกาะและสารช่วยแตกตัวในการผลิตยาเม็ด ซึ่งจะช่วยให้เม็คยาไม่เสียคุณสมบัติในการไหลและการเกาะเป็นเม็ค โดยนำแป้งพรีเจลมาละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้องและเติมในส่วนผสมของยาหรือผสมเป็นผงแห้งกับส่วนผสมอื่นๆ แล้วเติมน้ำที่หลัง ซึ่งจะให้คุณสมบัติในการยึดเกาะดีกว่าการใช้แป้งเปียก นอกจากนี้การที่สามารถใช้แป้งพรีเจลได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นการช่วยประหยัดพลังงานในการให้ความร้อนสำหรับการเตรียมแป้งเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุตสาหกรรมกาวและกระดาษใช้แป้งพรีเจลเป็นกาวติดผนังห้อง ใช้เคลือบกระดาษ และในด้านอื่นๆ ใช้เป็นสารยึดเกาะในการถลุงถ่านหิน ใช้เป็นตัวป้องกัน (protective colloid) สำหรับสีที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ (water base paint) หรือใช้ผสมในน้ำยาช่วยในการเจาะบ่อน้ำมัน (oil well drilling mud) เพื่อควบคุมการสูญเสียน้ำ (กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกลุ ปิยะจอมขวัญ, 2546 : 167-169)

2.3.4 แป้งข้าวเหนียว (Glutinous rice flour)

เป็นแป้งที่ทำมาจากเมล็ดข้าวเหนียว ที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว จับแล้วสากมือเล็กน้อย เมื่อนำไปทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นข้น เหนอะหนะ พอแป้งถูกความร้อนจะจับตัวเป็นก้อนค่อนข้างเหนียวเหมาะในการนำมาประกอบอาหารที่ต้องการความเหนียวเกาะตัว เช่น ขนมเทียน ขนมต้ม ขนมถั่วแปบ ฯลฯ

2.4 สารให้ความหวาน

2.4.1 กลูโคส

เป็นพวกน้ำตาลเฮกโซส มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น เดกซ์โทรส (dextrose) น้ำตาลองุ่น (grape sugar) เนื่องจากมีในองุ่นที่สุกเต็มที่แล้ว 20-30 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลในเลือด (blood sugar) เพราะในเลือด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำตาล 70-120 มิลลิกรัม กลูโคสใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำตาลไม้ ลูกอม และลูกกวาด นอกจากนี้ยังใช้ผสมในเครื่องดื่มแทนน้ำตาลทราย เนื่องจากกลูโคสไม่จำเป็นต้องย่อยอีก

กลูโคสจะเป็นที่รู้จักในชื่อว่า D-glucose หรือ dextrose นั้นเอง ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า $C_6H_{12}O_6$ และพบเป็นหน่วยเล็กๆ ของแป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน ชนิดของน้ำตาลกลูโคสแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. α -glucose monohydrate หรือ dextrose monohydrate คือผลึก D-glucose ที่มีน้ำอยู่ 1 โมเลกุล
2. α -glucose anhydrous หรือ dextrose anhydrous เป็นผลึกของ D-glucose ที่ไม่มีน้ำอยู่ในโมเลกุลเลย
3. β -glucose เป็นผลึกของ D-glucose ที่ทำการตกผลึกที่อุณหภูมิสูงคือในช่วง 50-115 องศาเซลเซียส (กล้าณรงค์ ศรีรอด , 2542 : 21-22)

2.4.2 ซูโครส

มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลอ้อย น้ำตาลหัวผักกาดหวาน เมื่อแตกตัวหรือถูกย่อยจะได้กลูโคส 1 โมเลกุล และฟรุกโทส 1 โมเลกุล ของผสมของกลูโคสและฟรุกโทส เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้จากการแตกตัวของซูโครสที่เรียกว่าน้ำตาลอินเวอร์ท ซึ่งมีรสหวาน พบในน้ำผึ้ง น้ำเชื่อม แยม ทอฟฟี่ และขนมหวานต่างๆ

ซูโครสมีสูตรโมเลกุล คือ $C_{12}H_{22}O_{11}$ เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่เท่ากับ 342 ปกติน้ำตาลบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปผลึกแบบโมโนคลินิก (monoclinic) ไม่มีสีและมีลักษณะโปร่งแสง น้ำตาลจัดได้ว่าเป็นวัตถุคิบัที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานแล้ว ยังมีหน้าที่อื่นๆ อีกมากที่หาสารอื่นๆ ทดแทนไม่ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำตาลมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น ความหนืด ความแวววับ เป็นต้น ในประเทศไทยมีการใช้น้ำตาลในอุตสาหกรรมและยา โดยกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องดื่มเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้มากที่สุด การนำน้ำตาลไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อที่จะให้ความหวานนั้น มีความจำเป็นจะต้องรู้หลักการหรือคุณสมบัติที่สำคัญๆ ของน้ำตาลและผลกระทบที่จะเกิดในระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อที่ ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้

ซูโครสใช้ทำลูกกวาด ลูกอมและขนมหวาน ตลอดจนใช้ผสมในเครื่องดื่มทำเหล้า ผลไม้เชื่อมและใช้เป็นสารถนอมอาหาร (กล้าณรงค์ ศรีรอด , 2542 : 21-22)

2.5 ถ่านไม้ไฟ

ถ่านไม้ไฟในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า ทาเคซุมิ (takesumi) หรือ ทิกูทาน (tikutan) เป็นถ่านไม้ไฟที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิสูงกว่าหนึ่งพันองศาเซลเซียส จึงทำให้ถ่านไม้ไฟที่เผาอุณหภูมิระดับนี้มีคุณภาพดีกว่าถ่านไม้ไฟทั่วไป คือ สามารถปล่อยประจุลบ (negative ion) ออกมาและเมื่อเราับประทานเข้าไปจะสามารถเปลี่ยนอนุมูลอิสระให้กลายเป็นออกซิเจนได้ โดยการเข้าไปจับตัวกับอนุมูลอื่นๆ ซึ่งหากเกิดปฏิกิริยาเช่นนี้ในร่างกายของเรา จะทำให้ออกซิเจนภายในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ระบบไหลเวียนในร่างกายดีขึ้น อันจะทำให้ร่างกายสามารถขับสารตกค้างต่าง ๆ ออกไปได้ง่ายขึ้น ส่งผลทำให้สุขภาพดีขึ้นและนอกจากนี้ประจุลบยังเป็นสารยับยั้งและป้องกันไขมันที่อยู่ในเส้นเลือดที่เป็นผลทำให้เกิดคอเลสเตอรอลและ ไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงด้วย จึงเรียกถ่านไม้ไฟนี้ว่า “ถ่านไม้ไฟเพื่อสุขภาพ” (กิตติ เลิศล้ำ www.thaifoodcorner.com/charcoaldidi)

เมื่อร่างกายของเราได้รับประจุลบ (negative ions) มากเท่าไรจะทำให้เกิดผลดีดังต่อไปนี้

1. หลอดเลือดขยายตัว ความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดอุดตันน้อยลง
2. ความดันโลหิตสม่ำเสมอ
3. โลหิตในร่างกายมีสถานะที่สม่ำเสมอมากขึ้น
4. โครงสร้างของกระดูกแข็งแรงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระบบขับถ่ายดี สารตกค้างในร่างกายถูกขับออกมาได้ง่าย
6. ระบบหายใจดีขึ้น
7. ระบบเผาผลาญพลังงานดีขึ้น
8. อัตราการเต้นของหัวใจช้าลง
9. ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายแข็งแรงขึ้น
10. ระบบประสาทอัตโนมัติมีประสิทธิภาพดีขึ้น ทำให้อ่อนหลับได้ง่าย จิตใจสุขุมขึ้น หายเหนื่อยเร็วขึ้น

2.5.1 ประโยชน์ของถ่านไม้ไผ่

1. ด้านอาหาร

ในประเทศญี่ปุ่นมีการนำถ่านไม้ไผ่มาผสมในแป้ง บัควีท (buck wheat) และเส้นโซบะ และมีข้อเสนอแนะว่าควรบริโภคถ่าน 1 กรัมต่อ 1 วัน ก็เพียงพอที่ทำให้สุขภาพดี สามารถใช้เป็นสารทำให้น้ำบริสุทธิ์ ใช้ในการประกอบอาหาร ปรับสภาพความชื้นในบ้าน ในตู้เย็น และยังใช้ในเครื่องนอนต่าง ๆ เช่น หมอน (www.healthygourmetstorc.com)

2. ด้านอื่นๆ

- เป็นสารระงับกลิ่นและเป็นสารฟอกอากาศให้บริสุทธิ์
- ช่วยทำให้น้ำดื่มสะอาด
- กำจัดกลิ่นคลอรีน
- ดูดซับกลิ่นเหม็นและความชื้น
- ปรับความชื้นได้ที่นอนและใต้อาคาร
- เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง ทำให้รักษาผิวและเสริมความงามของผิวและผสมสำหรับทำสบู่ (www.bamboovinegar.com)
- ใช้ดูดกลิ่นแม่เหล็ก กลิ่นไฟฟ้า ดูดรังสีจากหน้าคอมพิวเตอร์ พกแผ่นถ่านไว้กับตัวหรือวางไว้หน้าจอคอมพิวเตอร์ ถ่านจะช่วยดูดกลิ่นแม่เหล็ก กลิ่นไฟฟ้า และรังสีจากหน้าคอมพิวเตอร์

2.5.2 ผลิตภัณฑ์จากถ่านไม้ไผ่

1. หมอนถ่านไม้ไผ่ คุณสมบัติ : ดูดซับกลิ่น ความชื้น ให้ประจุลบและรังสีอินฟราเรด ช่วยให้ผ่อนคลาย สดชื่นและการไหลเวียนของเลือดดีขึ้น
2. ถ่านไม้ไผ่วุ้นรูปสี่เหลี่ยม คุณสมบัติ : ดูดซับกลิ่น ความชื้นและเป็นวัสดุประดับตกแต่ง

3. ถ่านไม้ไผ่ ไอโอไนเซอร์ คุณสมบัติ : ให้ประจุลบ ช่วยดูดกลิ่นในอากาศ ลดความชื้น ดูดซับกลิ่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้อากาศสะอาด สดชื่น
4. อโรมาติก คุณสมบัติ : ให้ความสดชื่น ช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย มีสมาธิ
5. ถ่านไม้ไผ่ ซอฟเทน โรซ์ คุณสมบัติ : ทำให้ข้าวนุ่ม อร่อย ด้วยการลดความกระด้างของน้ำดูดซับกลิ่นอับของข้าว สารเคมีและคลอรีนในน้ำ
6. ดูกัดกลิ่น คุณสมบัติ : ช่วยดูดซับกลิ่น ความชื้นและรักษารูปทรงรองเท้า
7. สเปรย์สมุนไพรไล่แมลง คุณสมบัติ : ช่วยไล่ยุงและแมลงรบกวนต่าง ๆ มีปลอดภัยเพราะไม่มีสารเคมีอันตราย
8. ครีมบำรุงผิว วิตามินอี คุณสมบัติ : เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิว กระชับผิวหน้าด้วยคุณค่าวิตามินอี ทำให้ผิวนั้นมีสุขภาพดี
9. สบู่ถ่านล้างสารพิษ คุณสมบัติ : ละล้างสิ่งสกปรก ดูดสารพิษสารเคมีในรูขุมขนขจัดเซลล์ที่ตาย ลดความมัน เชื้อแบคทีเรีย ลดการเกิดสิว บำรุงผิวให้สดใสชุ่มชื้น
10. สบู่เหลวธรรมชาติถ่านไม้ไผ่ คุณสมบัติ : มีคุณค่าบำรุงผิวจากน้ำมันมะกอกที่อุดมด้วยวิตามินและคุณสมบัตินี้ของประจุลบในถ่านไม้ไผ่ ช่วยชำระล้างสกปรก สารพิษ สารเคมีในรูขุมขน ขจัดเซลล์ที่ตาย ความมัน เชื้อแบคทีเรีย ลดการเกิดสิว
11. น้ำแร่ถ่านไม้ไผ่ คุณสมบัติ : มีคุณค่าบำรุงผิวและสร้างสมดุลของเซลล์ให้แข็งแรง กระชับมีสุขภาพสุขภาพที่ดี

2.5.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพถ่านไม้ไผ่

ความชื้น	5.37	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	4.84	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณคาร์บอน	85.09	เปอร์เซ็นต์
ระดับความเป็นกรด-ด่าง	ประมาณ	7

2.6 ขมิ้นชัน

ขมิ้นชันมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* Linn., *Curcuma domestica* Valetton. ชื่อสามัญว่า Turmeric ชื่อวงศ์ ZINGIBERACEAE ชื่อท้องถิ่น คือ ขมิ้น (ทั่วไป) ขมิ้นป่า ขมิ้นทอง ขมิ้นดี ขมิ้นแกลง ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) ขี้ขมิ้น หมิ้น (ใต้) ตายอ (กะเหรี่ยง - กำแพงเพชร) ตะขอ (กะเหรี่ยง - แม่ฮ่องสอน)

2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ขมิ้นเป็นไม้ล้มลุกพวกเดียวกับว่านหรือขิง เป็นไม้ล้มลุกงอกงามในฤดูฝน พอถึงฤดูหนาวก็จะตาย อายุหลายปี สูง 30–90 เซนติเมตร มีหัวหรือเหง้าอยู่ใต้ดิน ส่วนตรงกลางมีขนาดใหญ่รูปไข่ มีแขนงรูปทรงกระบอก แตกออกด้านข้าง 2 ด้าน ตรงข้ามกันคล้ายนิ้วมือ เนื้อในเหง้ามีสีเหลืองเข้ม มีกลิ่นเฉพาะ ใบเดี่ยว แทงออกจากเหง้าเรียงเป็นวงซ้อนทับกัน รูปใบหอก กว้าง 12–15 เซนติเมตร ยาว 30–40 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อแทงออกจากเหง้า แทรกขึ้นมาระหว่างก้านใบ รูปทรงกระบอก กลีบดอกสีเหลืองอ่อน ใบประดับสีเขียวอ่อนหรือสีนวล ดอกบานครั้งละ 3–4 ดอก ผลเป็นผลแห้ง รูปกลม มี 3 พู ส่วนสำคัญที่นำมาใช้ประโยชน์ คือ เหง้า

2.6.2 ความสำคัญ

ขมิ้นเป็นพืชล้มลุก มีหัวหรือเหง้าอยู่ใต้ดิน เนื้อในมีสีเหลืองอมส้ม มีกลิ่นหอมและเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านอาหารใช้เป็นเครื่องเทศปรุงแต่งรสชาติ ทำสีผสมอาหาร ในด้านการแพทย์ มีขมิ้นเป็นส่วนผสมของยารักษาโรคหลายชนิด เช่น ยาลดกรด ขับลม แก้ปวดท้อง ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ทำให้การบีบตัวของลำไส้ลดลง เป็นยาเจริญอาหาร ขับน้ำเหลือง รักษาโรคผิวหนัง และยังมีรายงานการทดลองว่าขมิ้นสามารถต้านมะเร็งในกระเพาะอาหารได้ ในด้านอุตสาหกรรม ขมิ้นใช้เป็นสีย้อมผ้าและเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง ใช้ทำกระดาษขมิ้นเพื่อทดลองความเป็นกรด-ด่าง และใช้ทดสอบโบรอน ส่วนน้ำมันขมิ้นสามารถใช้ในการกำจัดแมลงต่างๆ ได้ดี

2.6.3 สารสำคัญ

เหง้าขมิ้นชั้นประกอบด้วยสารสำคัญประเภทเทอร์พีนอยด์เป็นสารสีเหลือง ประกอบด้วยเคอร์คูมิน เคสเมทอกซีเคอร์คูมิน และบิสเคสเมทอกซีเคอร์คูมิน และน้ำมันหอมระเหย มีสีเหลืองอ่อน มีสารสำคัญคือ เทอร์เมอโรน และซิงจิเบอร์ิน นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มเซสควิเทอร์ปีนและโมโนเทอร์ปีน อื่นๆ อีกหลายชนิด

ขมิ้นชั้นที่ติดต้องมีปริมาณเคอร์คูมินอยด์คำนวณเป็นเคอร์คูมินและน้ำมันหอมระเหยไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรต่อน้ำหนักตามลำดับ ตามมาตรฐานของตำรับยาสมุนไพรของประเทศไทย หรือไม่น้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์และ 4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

2.6.4 รายงานผลการทดลองขมิ้นชั้น

การศึกษาในสัตว์ทดลองหรือในหลอดทดลองพบว่า สารสกัดหรือสารสำคัญของขมิ้นชั้นมีฤทธิ์ทางยาที่สำคัญพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขับน้ำดี เนื่องจากหมอพื้นบ้านมาเลเซียนิยมใช้ห้วขมิ้นแก้โรคตับ ในปี พ. ศ. 2474 จึงมีการทดลองในประเทศมาเลเซีย พบว่าห้วขมิ้นชันกระตุ้นให้ตับขับน้ำดีได้มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ต่อมาปี พ. ศ. 2500 ประเทศญี่ปุ่นทดลองฉีดน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นเข้าไปในลำไส้เล็กของสุนัข พบว่าน้ำมันหอมระเหยทำให้น้ำดีค่อยๆ หลังเพิ่มขึ้นจนถึงสูงสุดภายใน ½ - 1 ชั่วโมง หลังอย่างนั้นไปเรื่อยๆ อีก 2 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยนี้สามารถกระตุ้นให้หลังน้ำดีได้มากกว่าปกติถึงสองเท่า ต่อมาปี พ. ศ. 2502 ประเทศญี่ปุ่นทดลองอีกครั้งโดยให้กระต่ายกินน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากขมิ้นชัน พบว่ามีการขับน้ำดีมากขึ้นและน้ำดีมีสารเข้มข้นเพิ่มขึ้น เหตุที่น้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันสามารถขับน้ำดีได้เพราะไประคายเคืองเนื้อของตับ (ตับเป็นตัวสร้างน้ำดีและน้ำดีที่ตับสร้างจะถูกส่งไปเก็บที่ถุงน้ำดีก่อน จากนั้นถุงน้ำดีจะบีบให้น้ำดีลงไปยังลำไส้เล็ก) และยังไปกระตุ้นให้ถุงน้ำดีหลังน้ำดีมากขึ้นอีกด้วย การช่วยขับน้ำดีนี้ช่วยทำให้ลำไส้ย่อยอาหารพวกไขมันได้มากขึ้น ช่วยนำสิ่งสกปรกและโลหะที่เป็นพิษต่อลำไส้และถ่ายคอเลสเตอรอลไปทิ้ง น้ำดียังช่วยระงับเชื้อและป้องกันการบูดเน่าขึ้นในลำไส้

2. รักษาถุงน้ำดีอักเสบ ประเทศโปแลนด์ พ. ศ. 2517 ทดลองพบว่าสารเคอร์คูมินน้ำมันหอมระเหยและน้ำยาสกัดแอลกอฮอล์จากห้วขมิ้นชันสามารถยับยั้งเชื้อโรคได้หลายชนิดที่ทำให้เกิดถุงน้ำดีอักเสบ

3. ลดกรดกระเพาะอาหาร ใน พ. ศ. 2484 ประเทศอินเดีย พบว่ามีน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้น สามารถยับยั้งการหลั่งของกรดในกระเพาะอาหาร แต่ไม่สามารถห้ามการหลั่งของกรดที่ถูกกระตุ้นจากการกินกาแฟหรือเหล้าหรืออาหารบางชนิด

4. ลดอาการอักเสบ ประเทศอินเดีย พ. ศ. 2515 เมื่อให้หนูที่เป็นโรคไขข้ออักเสบกินน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน พบว่าการอักเสบของข้อลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ต่อต้านสารฮีสตามีนจึงลดการอักเสบได้

5. ช่วยขับลมและช่วยในระบบย่อยอาหารดีขึ้น ประเทศอินเดีย พ. ศ. 2484 ทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยช่วยขับลมในกระเพาะอาหารได้และเมื่อปี พ. ศ. 2505 ประเทศอินเดียพบว่าสารเคอร์คูมินซึ่งเป็นสารสีเหลืองนั้นนอกจากใช้แต่งสีอาหารแล้วยังเป็นสารกันบูดกันหืนที่ดีและยังรักษาโรคท้องอืดเนื่องจากอาหารไม่ย่อยได้ด้วย ต่อมาในปี พ. ศ. 2521 พบว่าห้วขมิ้นชันทำให้แบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อลำไส้มีจำนวนมากขึ้น และทำให้แบคทีเรียที่มีโทษต่อลำไส้ลดน้อยลง เช่น ทำให้แบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดในกระเพาะมีจำนวนน้อยลง ซึ่งมีผลทำให้ท้องหายอืดเพื่อ

6. ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย มีการทดลองหลายแห่งพบว่าน้ำมันหอมระเหย น้ำยาสกัดแอลกอฮอล์จากห้วขมิ้นชันและสารเคอร์คูมินสามารถยับยั้งเชื้อสแตฟได้ (เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดฝี

หนองที่แผล เจ็บคอและอาหารเป็นพิษ) ขมิ้นชันยังมีฤทธิ์ฝาดสมานซึ่งทำให้สามารถห้ามเลือด
หยุดการเจริญของเชื้อโรคและช่วยทำให้แผลหายเร็ว

7. นำเชื้อรา ประเทศญี่ปุ่น พ. ศ. 2514 ทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน
สามารถฆ่าเชื้อราได้หลายชนิด แต่สารเคอร์คูมินไม่มีฤทธิ์ดังกล่าว นอกจากนี้ คุณพิบูลย์ เลาหทัย
และคุณชัชสิทธิ์ รัตนสังวาลย์ ได้ทดลองพบว่าขมิ้นชันฆ่าเชื้อราได้หลายชนิดเหมือนขมิ้นอ้อย

8. ต่อต้านเชื้อไข้หวัดนก ประเทศจีน พ. ศ. 2501 ทดลองใช้น้ำมันหอมระเหยจาก
ขมิ้นชันหยอดจมูกหนูที่เป็นไข้หวัดใหญ่ พบว่าจำนวนหนูที่ตายลดลงมาก เมื่อเทียบกับหนูที่ไม่ได้
ใช้น้ำมันหอมระเหยนี้หยอดจมูก

9. บำรุงเลือด มีรายงานว่าขมิ้นชันเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยธาตุเหล็กและฟอสฟอรัส ซึ่ง
ธาตุเหล็กเป็นธาตุที่สำคัญในการสร้างเม็ดเลือดแดง ขมิ้นจึงน่าจะใช้เป็นยาบำรุงเลือดได้

2.6.5 ประสิทธิภาพในการรักษาโรคจากรายงานวิจัยทางคลินิก

1. บรรเทาอาการแน่นจุกเสียดและโรคแผลในกระเพาะอาหาร

- เมื่อผู้ป่วยมีอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ รับประทานขมิ้นผงปริมาณ 500 มิลลิกรัม วันละ
4 ครั้ง เป็นเวลา 7 วัน พบว่าจำนวนผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นหรือหายเท่ากับ 87 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่ม
ขมิ้นชันและ 83 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ได้รับยาขับลม

- จากการทดลองใช้ขมิ้นชัน 600 มิลลิกรัม วันละ 5 ครั้ง ในผู้ป่วย 25 รายที่มีแผลใน
ทางเดินอาหาร พบว่า 12 ราย (48 เปอร์เซ็นต์) แผลหายในเวลา 4 สัปดาห์ และ 18 ราย (76
เปอร์เซ็นต์) แผลหายภายใน 12 สัปดาห์

2. ใช้รักษาแผล จากการทดลองใช้ขมิ้นชันลดการอักเสบของแผลภายหลังผ่าตัด พบว่า
ได้ผลใกล้เคียงกับยาเฟนิลบิวทาโซน

3. ลดอาการอักเสบ ทดลองให้ผู้ป่วยที่เป็นโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ รับประทานเคอร์คิว
มิน 1,200 มิลลิกรัม/วัน เป็นเวลา 5-6 สัปดาห์ พบว่าอาการจัดตั้งตามข้อตอนเช้าลดลงเดินได้
นานขึ้นและการบวมตามข้อลดลง

4. ฤทธิ์ oxidative stress ในผู้ป่วยโรคอ้วน เมื่อให้เคอร์คูมิน 500 มิลลิกรัม/วัน
ติดต่อกัน 3 เดือน

5. ฤทธิ์ป้องกันขุ่น โลชั่นผสมน้ำขมิ้นชัน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ป้องกันการกัดของขุ่นลายบ้าน
ได้นาน 7 ชั่วโมงและป้องกันการกัดของขุ่นลายสวน ขุ่นลายกันปล้องและขุ่นราคาญได้นาน 8
ชั่วโมง

6. ฤทธิ์รักษาสิว ผงขมิ้นชันทาหัวสิว ทำให้สิวยุบและหายเร็ว

2.6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้ขมิ้นสด ใช้ขมิ้นสดมาเป็นส่วนผสมในแชมพูสระผม สบู่เหลว และ โลชั่นทาผิว โดยนำขมิ้นสดมาตำแล้วละลายน้ำ ต้มให้เดือดกรองเอาแต่น้ำแล้วนำไปผสมกับเครื่องสำอาง โดย ใช้ขมิ้นสด 4 8 12 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อให้ผู้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์จำนวน 20 คน แล้วให้คะแนนปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ทุกชนิดและทุกระดับได้รับการยอมรับทั้งความชอบสี และความละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่มีขมิ้นเป็นส่วนผสม ส่วนโลชั่นทาผิวที่มีขมิ้นเป็นส่วนผสมมักจะมี สีดืดสีอำพันบ้างเล็กน้อย

การใช้ขมิ้นแห้ง นำขมิ้นแห้งมาละลายน้ำ ต้มให้เดือดกรองเอาแต่น้ำแล้วนำไปผสมกับ เครื่องสำอางโดยใช้ขมิ้นแห้ง 2 4 6 8 10 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อให้ผู้ทดลอง ใช้ผลิตภัณฑ์จำนวน 20 คน แล้วให้คะแนน ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ทุกชนิดและทุกระดับได้รับการยอมรับทั้งความชอบสี และความละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่มีขมิ้นเป็นส่วนผสม ส่วนโลชั่นทา ผิวที่มีขมิ้นเป็นส่วนผสมด้วยนั้นมักจะมีสีดืดสีอำพันเล็กน้อย

2.6.7 การแปรรูปและผลิตภัณฑ์

การทำขมิ้นแห้ง ทำความสะอาด คัดแยกหัวและแง่งออกจากกัน ตัดรากและส่วนต่างๆ ที่ ไม่ต้องการทิ้ง อาจใช้แปรงช่วยขัดผิว หรือตัดทิ้งในส่วนที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้ทั่วถึง คัดเลือกส่วนที่สมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลง นำมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง

การเตรียมขมิ้นชั้นก่อนการทำแห้งและการทำแห้ง มี 2 รูปแบบ คือ

1. แบบชั้น โดยหั่นหัวหรือแง่งเป็นชั้นบางๆ วางบนถาดหรือกระด้ง หมั่นกลับบ่อยๆ หรือการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สำหรับ 8 ชั่วโมงแรก แล้วลดอุณหภูมิลงเป็น 40-45 องศาเซลเซียส หมั่นกลับบ่อยๆ อบจนแห้ง โดยทั่วไปขมิ้นชั้นสด 5-6 กิโลกรัม จะได้ขมิ้นชั้น แห้ง 1 กิโลกรัม

2. ทั้งแง่ง ตลาดต่างประเทศนิยมซื้อมากในสภาพแง่งแห้ง โดยนำแง่งที่ทำความสะอาด แล้ว ต้มในน้ำเดือดนาน 1-2 ชั่วโมง หรือต้มในน้ำค้างอ่อน เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียม คาร์บอเนต เป็นต้น ระยะเวลาที่ใช้ต้มแตกต่างกันตามความเหมาะสม เช่น ถ้าต้มในน้ำค้างแคลเซียม ออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 ชั่วโมง ต้มในโปแตสเซียมคาร์บอเนต 2.5 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง เป็นต้น แล้วนำไปตากแดดจนแห้งประมาณ 6-8 วัน หรือโดยใช้เครื่องเป่าลมร้อน 65-70 องศาเซลเซียส จนแห้ง วิธีการต้มในน้ำค้างอ่อนจะช่วยเพิ่มสีแดงและลดสีเหลือง แง่งขมิ้นชั้น จากประเทศอินเดียมักผ่านกระบวนการขัดหลังจากทำแห้งแล้ว โดยขัดกับผิววัสดุที่หยาบหรือใส่ ถุงที่มีหินสะอาดแล้วเขย่า หรือขัดโดยใช้เครื่องจักร

เนื่องการทำให้แห้ง โดยการตากแดดที่ใช้เวลานาน จะเปิดโอกาสให้มีการปนเปื้อน เชื้อจุลินทรีย์ได้มากและสีของขมิ้นชันแห้งจากการอบจะสวยกว่าตากแดด

2.6.8 การบรรจุและการเก็บรักษา

ขมิ้นชันที่แห้งแล้วควรบรรจุในภาชนะที่สะอาด ปิดให้สนิท เก็บในที่แห้งและสะอาด หากยังไม่ได้นำไปใช้ให้นำออกผึ่งในที่ร่มทุก 3-4 เดือน ไม่ควรเก็บวัตถุดิบขมิ้นชันไว้นาน เพราะจากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยจะลดลงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บไว้นาน 2 ปี

2.7 สารเคมีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

1. เบกิ้งโซดา (Baking soda) หรือเรียกทางภาษาเคมีว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น สารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงตัวเดียว จะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ใน ผลิตภัณฑ์ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากก็จะมีสารตกค้างอยู่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสฝืด และถ้า สารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะ เป็นสบู่นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบกิ้งโซดา นี้ยัง สูงอีกด้วยดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้าย

2. แอมโมเนีย ได้แก่พวกแอมโมเนียมคาร์บอเนตหรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เป็นสาร ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มี ขนาดเล็ก ข้อดีของการใช้แอมโมเนียก็คือ แอมโมเนียนี้จะให้ก๊าซทั้ง 3 ชนิด คือ ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไอน้ำ และจะระเหยออกไป ไม่เหลือสารตกค้างที่เป็น ของแข็งอยู่ในผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของแอมโมเนียคือ มีการใช้ที่จำกัด เพราะอาจมีกลิ่นของ แอมโมเนียตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดออกมาเรื่อยๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่ไม่ดี (จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2546 : 67)

2.8 เกลือ

เป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารต่างๆไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่นๆ

2.8.1 ชนิดของเกลือ

1. เกลือธรรมดา (Normal salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนตและ แคลเซียมซัลเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เกลือกรด (Acid salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเบกิ้งโซดา แคลเซียมแอสซิด ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูและครีมออฟทาร์ทาร์

3. เกลือเบส (Basic salt)

4. เกลือผสม (Double salt) ได้แก่ อะลัม

2.8.2 หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ทำให้อาหารมีรสดี

2. เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ

3. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

4. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์และควบคุมอัตราการหมัก

5. ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว

6. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

7. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์ (จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2546 : 67)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1. ถั่วเหลือง
2. แป้งสาลี
3. แป้งพรีเจลาทีไนซ์
4. แป้งข้าวเหนียวคัดแปร
5. กูคูโรสไซรป์
6. ซูโครสไซรป์
7. ผงขมิ้น
8. ผงถ่าน
9. เกลือ

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง
3. อุปกรณ์ในครัว
4. เครื่องตวงวัดต่างๆ
5. เครื่องคลุกเคลือบเมล็ดถั่วที่มีความเร็วรอบ 18 – 20 รอบต่อนาที

3.2 วิธีการ

3.2.1 กรรมวิธีการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

แผนการทดลองที่ 1

ในการทดลองครั้งแรกได้ผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพเพื่อหาสูตรมาตรฐาน

1. ชั่งน้ำหนักถั่วเหลือง 1,000 กรัม นำมาแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อทำลายสารทริปซินอินฮิบิเตอร์ (trypsin inhibitor) จากนั้นเทน้ำออกแล้วแช่ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเย็น 5,000 มิลลิลิตรที่ผสมเบกิ้งโซดา 1 เปอร์เซ็นต์ แช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เทน้ำออกแล้วทำให้สะเด็ดน้ำ

2. นำมาทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที
3. ชั่งถั่วเหลืองที่ทอดแล้ว
4. นำถั่วเหลืองคลุกส่วนผสมคือ แป้งสาลี แป้งพรีเจลาทีนซ์ กลูโคสไซรัป ซูโครสไซรัป และผงขมิ้น ดังสูตรแสดงในตารางที่ 3
5. นำมาทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
6. ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วบรรจุถุงพลาสติก
7. ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3

ตารางที่ 3 สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

วัตถุดิบ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
ถั่วเหลือง	35
แป้งสาลี	26
แป้งพรีเจลาทีนซ์	15
กลูโคสไซรัป	7.5
ซูโครสไซรัป	15
ผงขมิ้น	1.5

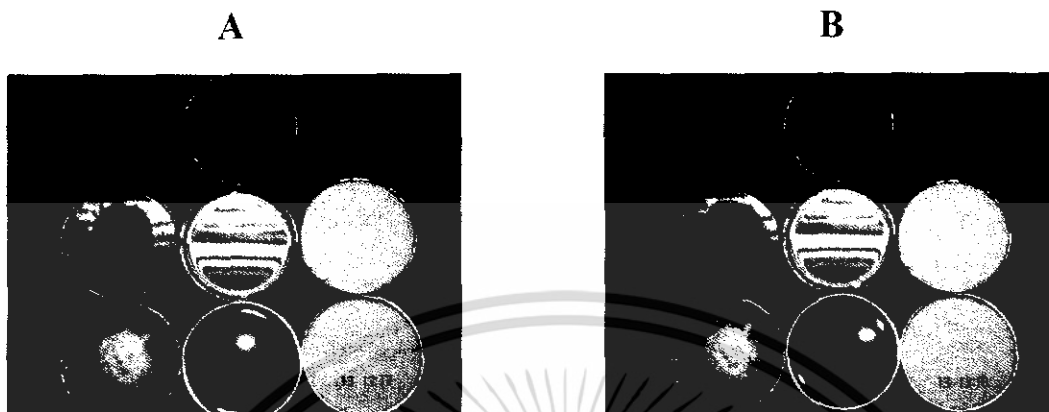
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเตรียมวัตถุดิบ



หมายเหตุ

- A คือวัตถุดิบได้แก่ ถั่วเหลือง แป้งสาลี แป้งพรีเจลาทีไนซ์ กลูโคสไซรัป ซูโครสไซรัป
ผงขมิ้น และเกลือ
- B คือวัตถุดิบได้แก่ ถั่วเหลือง แป้งสาลี แป้งพรีเจลาทีไนซ์ กลูโคสไซรัป ซูโครสไซรัป
ผงถ่าน และเกลือ

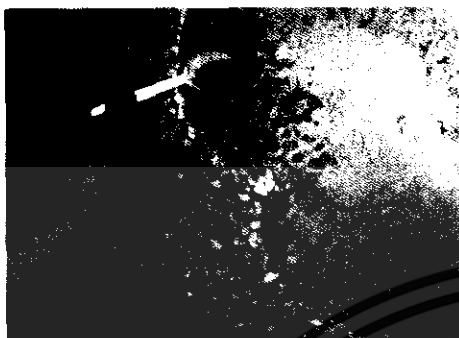
2. ขั้นตอนการแปรรูป



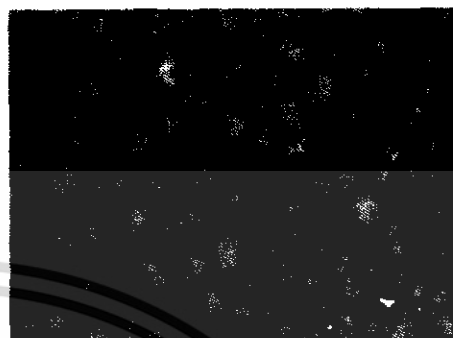
ภาพที่ 3 ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E



F



ภาพที่ 3 (ต่อ) ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

หมายเหตุ

- C คือ ถั่วเหลืองที่แช่น้ำร้อน
 D คือ การทอดถั่วเหลือง
 E คือ การคลุกถั่วเหลือง
 F คือ ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบสำเร็จรูป

แผนการทดลองที่ 2

เนื่องจากแผนการทดลองแรก พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองมีลักษณะแข็ง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบร่วน จึงได้มีการวางแผนการทดลองใหม่โดยใช้สารเคมีช่วยให้เมล็ดถั่วเหลืองมีความกรอบร่วน

1. สูตรที่ 1 (แช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์)
 - 1.1 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลือง 200 กรัม แช่ในน้ำร้อน 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
 - 1.2 หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
 - 1.3 ต้างถั่วเหลืองด้วยน้ำสะอาด 3-4 รอบ แล้วสะเทินด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
 - 1.4 ทำให้สะเด็ดน้ำแล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สูตรที่ 2 (แช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)เข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์)

2.1 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลือง 200 กรัม แช่ในน้ำร้อน 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2.2 หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)เข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ค่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที

2.3 ล้างถั่วเหลืองด้วยน้ำสะอาด 3-4 รอบ

2.4 ทำให้สะเด็ดน้ำแล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

3. สูตรที่ 3 (แช่ถั่วเหลืองในสารละลายไฮโดรคลอริก (HCl)เข้มข้น 0.1 นอร์มัล)

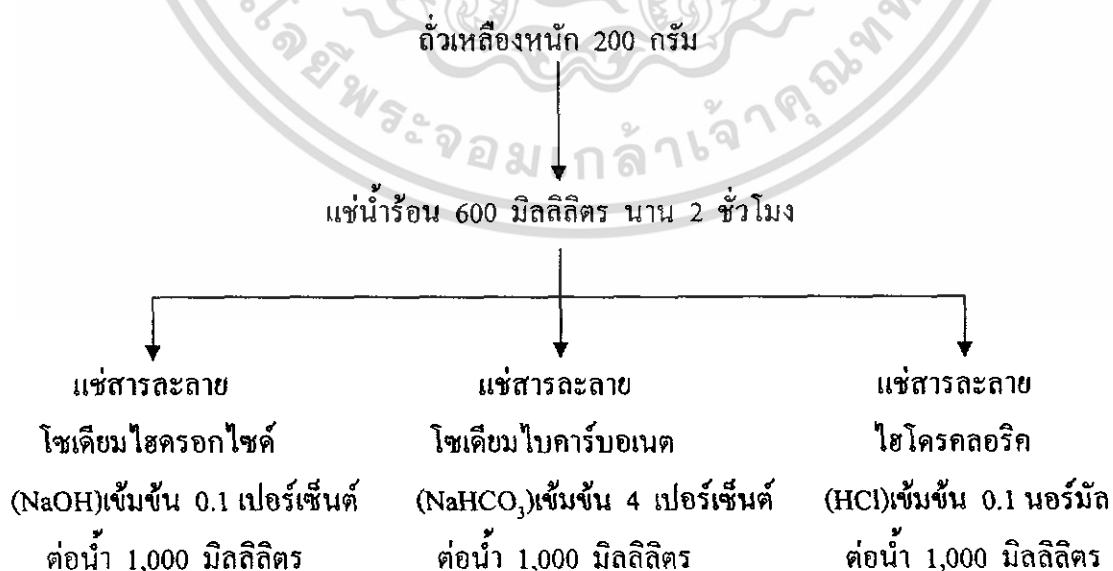
3.1 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลือง 200 กรัม แช่ในน้ำร้อน 600 มิลลิลิตรเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3.2 หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายไฮโดรคลอริก (HCl)เข้มข้น 0.1 นอร์มัลค่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

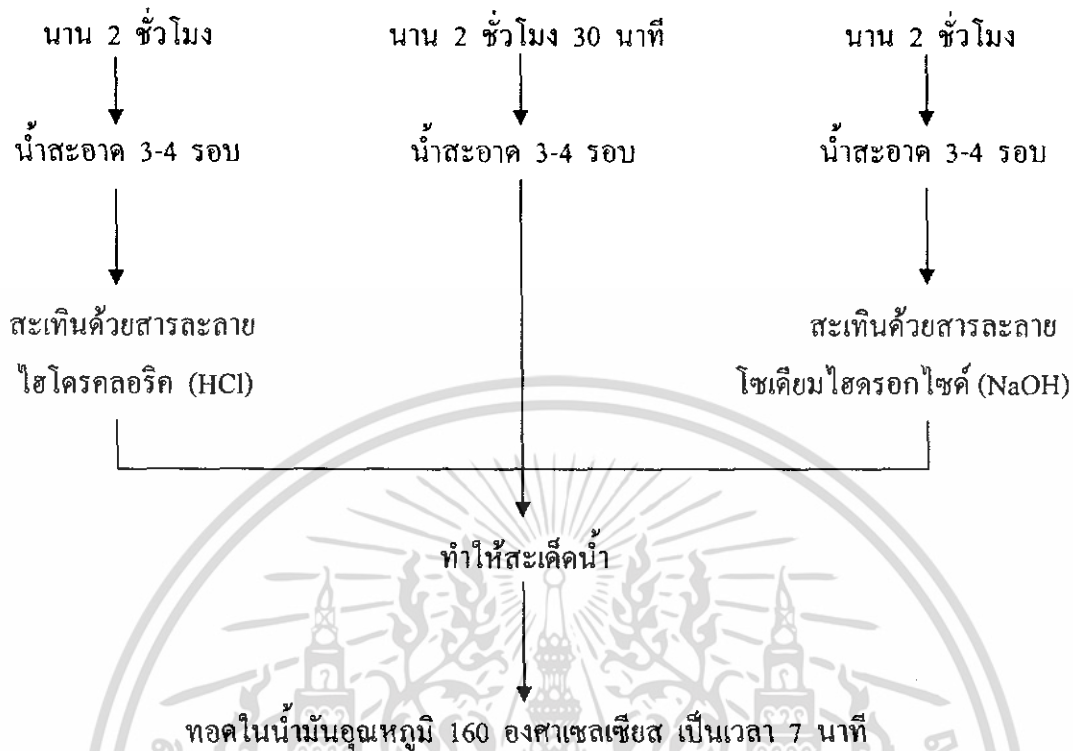
3.3 ล้างถั่วเหลืองด้วยน้ำสะอาด 3-4 รอบ แล้วสะเทินทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.4 ทำให้สะเด็ดน้ำแล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที

จากการทดลองเป็นการเปรียบเทียบระหว่างถั่วเหลืองที่แช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)เข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ดังแสดงในภาพที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อความกรอบร่วนของเมล็ดถั่วเหลือง

แผนการทดลองที่ 3

เป็นการปรับปรุงต่อเนื่องจากแผนการทดลองที่ 2 โดยการเปรียบเทียบระหว่างการใส่สารเคมีคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์กับการใช้ความร้อนขึ้นโดยการนึ่งและได้ปรับเปลี่ยนสูตรจากแผนการทดลองที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4

1. สูตรที่ 1 (แช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์)

1.1 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลือง 500 กรัม แช่น้ำร้อน 1,500 มิลลิลิตรเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

1.2 ถั่วเหลืองแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ค่อน้ำ 2,500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 45 นาที

1.3 ล้างถั่วเหลืองด้วยน้ำสะอาด 3-4 รอบ แล้วสะเทินด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

1.4 ทำให้สะเด็ดน้ำแล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 นาที

1.5 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลืองแล้วแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกโรยเกลือแล้วทดสอบทาง

ประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ส่วนที่สองคลุกกับแป้งพรีเจลาทีไนซ์แล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 นาทีแล้วทดสอบทางประสาทสัมผัส

2. สูตรที่ 2 (นึ่งถั่วเหลือง)

2.1 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลือง 500 กรัม ล้างแล้วนำไปนึ่ง นาน 30 นาที

2.2 ถั่วเหลืองแช่ในน้ำเย็น 1,500 มิลลิลิตร นาน 30 นาที

2.3 ทำให้สะเด็ดน้ำแล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 นาที

2.4 ชั่งน้ำหนักถั่วเหลืองแล้วแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกโรยเกลือแล้วทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.5 ส่วนที่สองคลุกกับแป้งพรีเจลาทีไนซ์แล้วทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 นาทีแล้วทดสอบทางประสาทสัมผัส ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ ดังแสดงในภาพที่ 5

ตารางที่ 4 สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

วัตถุดิบ	สูตร 1 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 2 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 3 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 4 (เปอร์เซ็นต์)
ถั่วเหลือง	99.2	99.2	44	44
แป้งสาลี	-	-	20	20
แป้งพรีเจลาทีไนซ์	-	-	15	15
เกลือ	-	-	1	1
ผงขมิ้น	-	-	15	15
ไขมัน	-	-	1	1
เกลือ	0.8	0.8	-	-

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ถั่วเหลืองแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโรยเกลือ

สูตรที่ 2 ถั่วเหลืองนึ่งและโรยเกลือ

สูตรที่ 3 ถั่วเหลืองแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์

สูตรที่ 4 ถั่วเหลืองนึ่งและคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 4

เมื่อได้ถ้วยเหลืองจากแผนการทดลองที่ 3 แล้วจึงได้นำถ้วยเหลืองมาทดสอบคลุกแป้งเพื่อเปรียบเทียบระหว่างแป้งพรีเจลาทีไนซ์กับแป้งข้าวเหนียวคัคแปรและทดลองเพิ่มชนิดของสมุนไพรคือผงถ่าน และได้ปรับเปลี่ยนสูตรจากแผนการทดลองที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 5

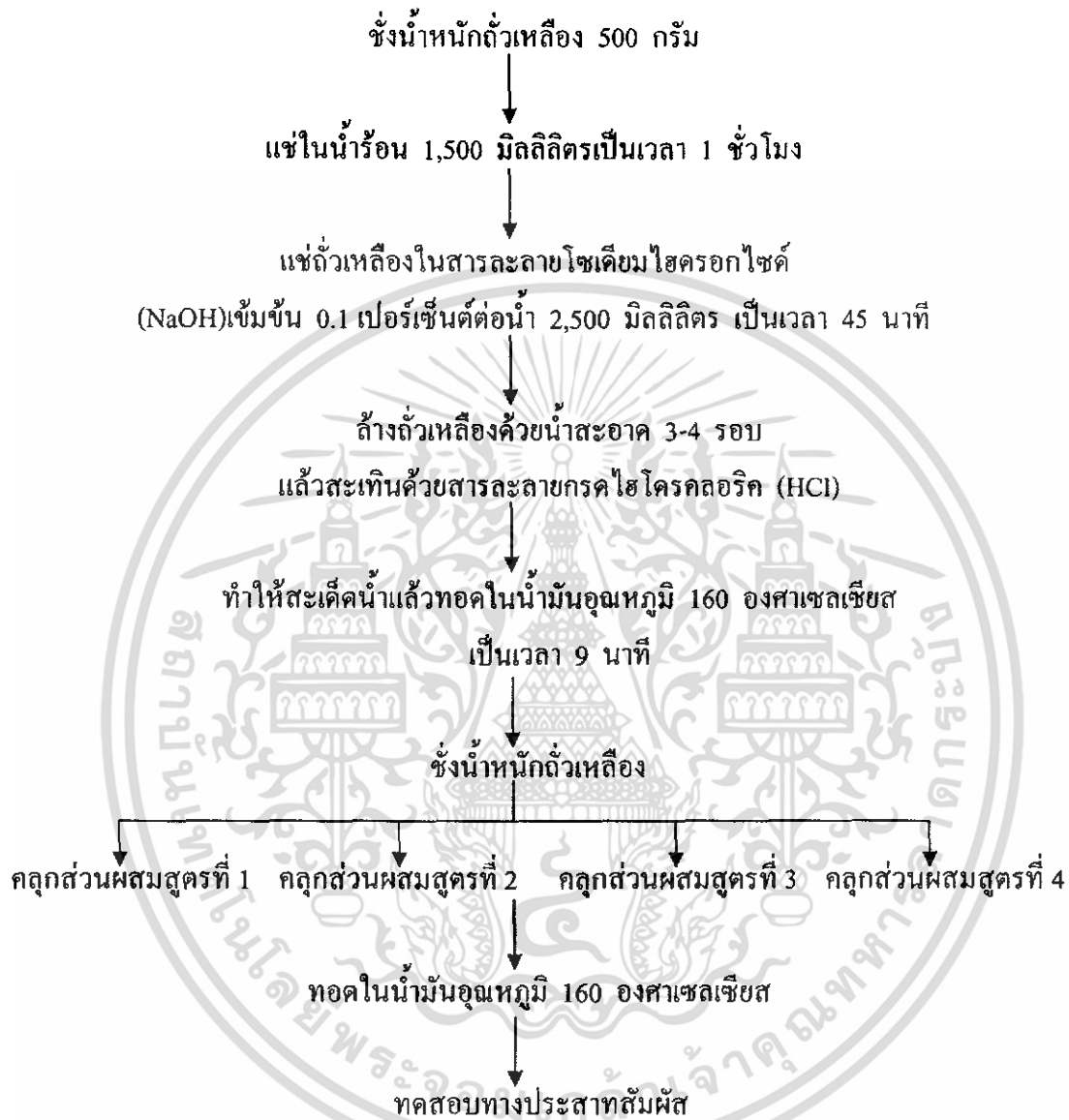
ตารางที่ 5 สูตรการทำถ้วยเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

วัตถุดิบ	สูตร 1 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 2 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 3 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 4 (เปอร์เซ็นต์)
ถ้วยเหลือง	47	47	47	47
แป้งสาลี	22	22	22	22
แป้งพรีเจลาทีไนซ์	11	11	-	-
แป้งข้าวเหนียวคัคแปร	-	-	11	11
กลูโคสไซรัป	6	6	6	6
ซูโครสไซรัป	13	13	13	13
ผงขมิ้น	1	-	1	-
ผงถ่าน	-	1	-	1

หมายเหตุ

- สูตรที่ 1 ถ้วยเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงขมิ้น
- สูตรที่ 2 ถ้วยเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงถ่าน
- สูตรที่ 3 ถ้วยเหลืองคลุกแป้งข้าวเหนียวคัคแปรและผงขมิ้น
- สูตรที่ 4 ถ้วยเหลืองคลุกแป้งข้าวเหนียวคัคแปรและผงถ่าน

ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพเป็นไปตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการผลิตตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

แผนการทดลองที่ 5

จากแผนการทดลองที่ 4 พบว่าลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ไม่เรียบเนียน มีสีซีดและรสชาติไม่กลมกล่อม คือ มีรสหวานโดดเด่น จึงได้มีการวางแผนการทดลองใหม่ โดยมีการปรับเปลี่ยนสูตร ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สูตรการทำถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

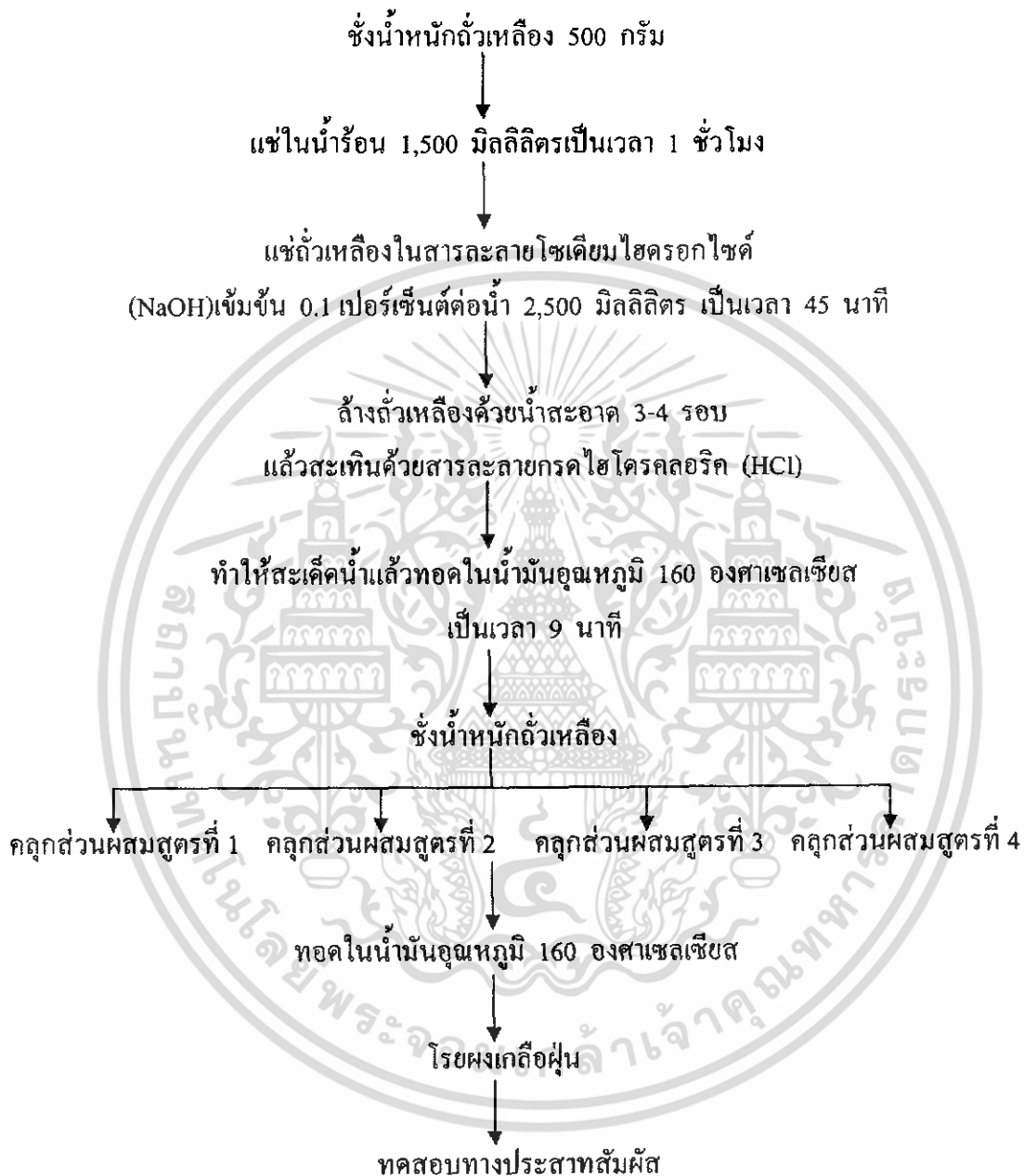
วัตถุดิบ	สูตร 1 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 2 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 3 (เปอร์เซ็นต์)	สูตร 4 (เปอร์เซ็นต์)
ถั่วเหลือง	46	46	46	46
แป้งสาลี	22	22	22	22
แป้งพรีเจลาทีไนซ์	11	11	11	11
กลูโคสไซรัป	6	5.5	6	5.5
ซูโครสไซรัป	13	13	13	13
ผงขมิ้น	1.5	2	-	-
ผงถ่าน	-	-	1.5	2
ผงเกลือฟูน	0.5	0.5	0.5	0.5

หมายเหตุ

- สูตรที่ 1 ถั่วเหลืองคั่วคอกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงขมิ้น 1.5 เปอร์เซ็นต์
 สูตรที่ 2 ถั่วเหลืองคั่วคอกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงขมิ้น 2 เปอร์เซ็นต์
 สูตรที่ 3 ถั่วเหลืองคั่วคอกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงถ่าน 1.5 เปอร์เซ็นต์
 สูตรที่ 4 ถั่วเหลืองคั่วคอกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงถ่าน 2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

3.2.2 การตรวจสอบความชื้นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

การทดลองหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เก็บไว้เป็นเวลา 45 วัน

โดยใช้ตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ถั่วเหลืองเคลือบผงด้านเก็บที่อุณหภูมิห้อง
2. ถั่วเหลืองเคลือบผงด้านเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส
3. ถั่วเหลืองเคลือบผงขม้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง
4. ถั่วเหลืองเคลือบผงขม้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

3.2.3 การตรวจสอบหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

การทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เก็บไว้เป็นเวลา 60 วัน โดยใช้ตัวอย่างต่อไปนี้

1. ถั่วเหลืองเคลือบผงด้านเก็บที่อุณหภูมิห้อง
2. ถั่วเหลืองเคลือบผงด้านเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส
3. ถั่วเหลืองเคลือบผงขม้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง
4. ถั่วเหลืองเคลือบผงขม้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

3.2.4 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เคลือบผงด้านและผงขม้นที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน ได้นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

3.2 สถานที่ทำปัญหาพิเศษ

1. ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร (ห้อง ค 149) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
2. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ. ศ. 2548 ถึง เดือนมีนาคม พ. ศ. 2549

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิจัย

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพได้ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพทางด้านสี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ดังผลการทดลองต่อไปนี้

ผลการทดลองที่ 1

ในการทดลองในครั้งนี้ทดลองเพื่อหาสูตรมาตรฐานปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพพบปัญหาคือ

1. ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่หวานไม่เค็ม ไม่กลมกล่อม
2. การเคลือบไม่เรียบเนียน การกระจายตัวของแป้งไม่สม่ำเสมอ ทำให้บางบริเวณของผลิตภัณฑ์หนาบางไม่เท่ากัน
3. เมล็ดถั่วเหลืองที่ทอดแล้วมีลักษณะแข็งไม่กรอบ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แข็ง ดังนั้นจึงได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงในแผนการทดลองที่ 2 ต่อไป

ผลการทดลองที่ 2

ในการทดลองในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่ทำให้เมล็ดถั่วเหลืองกรอบร่วมผลปรากฏว่า สูตรที่ 1 ถั่วเหลืองมีสีเหลืองซีด มีรสชาติจืด ไม่เฝื่อน มีความกรอบร่วมลักษณะโดยรวมถั่วเหลืองแตกเวลาทอด คลุกค่อนข้างยาก สูตรที่ 2 ถั่วเหลืองมีสีน้ำตาลอ่อน รสชาติจืด ไม่เฝื่อน นุ่มไม่กรอบ ลักษณะโดยรวมถั่วเหลืองค่อนข้างไม่แตกเท่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 สูตรที่ 3 ถั่วเหลืองที่ได้จะมีสีน้ำตาลออกน้ำตาล มีรสชาติเปรี้ยว แข็ง ลักษณะโดยรวมถั่วเหลืองแตกเวลาทอดคลุก ค่อนข้างยาก ดังแสดงในตารางที่ 7 เป็นการเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อความกรอบร่วนของเมล็ดถั่วเหลือง

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่มีผลต่อความกรอบร่วนของถั่วเหลือง

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ลักษณะโดยรวม
1	สีสวย มีสีเหลืองซีด สีไม่คล้ำ	รสชาติไม่เผื่อน	กรอบ ร่วน	ถั่วแตกเวลาทอด กลูกค่อนข้าง ยาก
2	สีน้ำตาลอ่อน	รสชาติไม่เผื่อน	นุ่ม ไม่กรอบ	ถั่วค่อนข้างไม่ แตก
3	สีคล้ำออก น้ำตาลเข้ม	รสชาติที่เปรี้ยว	แข็งไม่กรอบร่วน	ถั่วแตกเวลาทอด กลูกค่อนข้าง ยาก

จากการเปรียบเทียบชนิดของสารเคมีในครั้งนี้พบว่าถั่วเหลืองสูตรที่ 1 มีความกรอบร่วนมากที่สุดแต่พบว่าถั่วเหลืองเมื่อทอดแล้วจะแตกเพราะแช่สารเคมีนานเกินไป ดังนั้นจึงต้องลดเวลาในการแช่สารเคมีลง

ผลการทดลองที่ 3

การทดลองครั้งนี้เพื่อสรุปว่าวิธีการระหว่างถั่วเหลืองที่แช่สารเคมีและการใช้ความร้อนขึ้น โดยการนี้วิธีใดจะเหมาะสมมากที่สุดผลปรากฏว่า

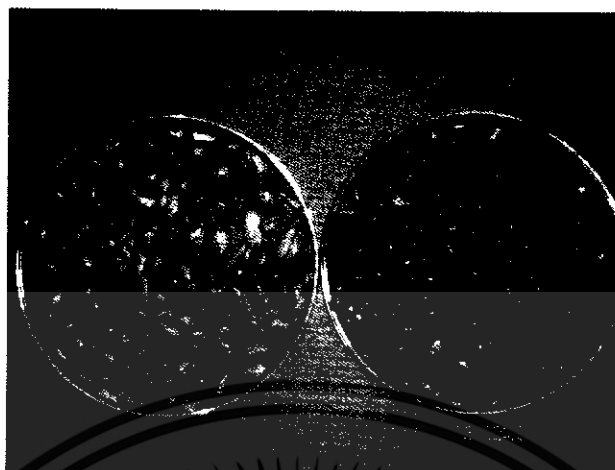
สูตรที่ 1 ถั่วเหลืองแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ และโรยเกลือ มีลักษณะสีซีดไม่คล้ำ รสชาติไม่เผื่อน กรอบร่วน

สูตรที่ 2 ถั่วเหลืองนึ่งและโรยเกลือ มีลักษณะสีคล้ำ รสชาติจืด ค่อนข้างแข็ง ดังแสดงในตารางที่ 8 และดังในภาพที่ 8

ตารางที่ 8 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองโรยเกลือ

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ลักษณะโดยรวม
1	เหลืองซีด	จืด ไม่เผื่อน	กรอบร่วน	ดีมาก
2	คล้ำ	จืด	ค่อนข้างแข็ง	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ถั่วเหลืองแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ (ซ้าย) และ ถั่วเหลืองนึ่ง (ขวา)

เมื่อได้มีการทดลองนำถั่วเหลืองมาโรยเกลือแล้วจึงได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าคะแนนผู้ทดสอบชิมด้านสี สูตรที่ 1 คะแนนต่ำกว่าสูตรที่ 2 เล็กน้อยแต่อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างชอบ แต่คุณลักษณะด้านรสชาติ ความกรอบ ความชอบรวม พบว่าสูตรที่ 1 มีการยอมรับสูงกว่าสูตรที่ 2 ทั้งหมด

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองโรยเกลือโดยทดสอบกับผู้ชิมจำนวน 20 คน

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
1	3.27	4.18	4.45	4.27
2	3.45	3.45	4.09	4.00

สูตรที่ 3 ถั่วเหลืองแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)ทอด 0.1 เปอร์เซ็นต์ และคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์มีลักษณะสีเหลือง รสชาติหวาน กรอบร่วน

สูตรที่ 4 ถั่วเหลืองนึ่งและคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์ มีลักษณะสีเหลือง รสชาติหวาน ค่อนข้างแข็ง ดังแสดงในตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ลักษณะโดยรวม
3	เหลือง	หวาน	กรอบร่วน	ดีมาก
4	เหลือง	หวาน	ค่อนข้างแข็ง	ดี

เมื่อได้มีการทดลองทำถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์แล้วจึงได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าคะแนนผู้ทดสอบชิมด้านสี รสชาติ ความกรอบ ของสูตรที่ 3 มีการยอมรับสูงกว่าสูตรที่ 4 แต่คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมเท่ากัน

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์โดยทดสอบกับผู้ชิมจำนวน 20 คน

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
3	3.93	4.00	4.13	4.13
4	3.06	3.73	3.93	4.13

ผลการทดลองที่ 4

ปรากฏว่าถั่วเหลืองที่ผ่านการคลุกแป้งทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะภายนอกไม่เรียบเนียน การกระจายตัวของแป้งไม่สม่ำเสมอ ทำให้ความหนาวางของแป้งไม่เท่ากัน บางบริเวณแป้งไม่เกาะกับเมล็ดถั่วเหลืองเพราะการกระจายตัวของน้ำเชื่อมกลูโคสและน้ำเชื่อมซูโครสไม่สม่ำเสมอ ในการทดลองครั้งต่อไปต้องใช้กระบอกลดน้ำเชื่อมกลูโคสแทนการหยด สีของผลิตภัณฑ์ยังมีสีค่อนข้างซีดจึงต้องเพิ่มปริมาณสมุนไพรให้มากกว่านี้ ส่วนรสชาติหวานไม่กลมกล่อมและถั่วเหลืองที่คลุกแป้งขาวเหนียวคัดแปรเวลาทอดจะอมน้ำมันมากกว่าถั่วเหลืองที่คลุกด้วยแป้งพรีเจลาทีไนซ์

ผลการทดลองที่ 5

พบว่าหลังจากใช้กระบอกลดน้ำเชื่อมเพื่อโรยลงในตัวเนื้อถั่วเหลืองให้เปียกชุ่มในการที่จะเคลือบแป้งได้ดีทำให้ลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์เรียบเนียนเนื่องจากน้ำเชื่อมกลูโคสกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ส่วนปริมาณแป้งสาตี แป้งพรีเจลาทีไนซ์ และปริมาณสมุนไพรทั้งหมด และผงถั่วที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดอยู่ที่ปริมาณ 22 11 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่กลมกล่อมมากขึ้นเนื่องจากใช้เกลือฟูนโรยในขั้นตอนสุดท้ายหลังทอดผลิตภัณฑ์เสร็จ ส่วนถั่วเหลืองที่คลุกผงขมิ้นมีสีเหลือง มีกลิ่นขมิ้นและถั่วเหลืองที่คลุกผงถ่านมีสีดำ มีกลิ่นถ่านเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ถั่วเหลืองกรอบสำเร็จรูปที่คลุกผงขมิ้นและคลุกผงถ่าน

เมื่อได้มีการทดลองทำถั่วเหลืองกรอบสำเร็จรูปที่คลุกผงขมิ้นและผงถ่านแล้วจึงได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าคะแนนผู้ทดสอบชิมด้านสี รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวม ของสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีการยอมรับสูงกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ที่ปริมาณผงขมิ้นและผงถ่าน 1.5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองคลุกผงขมิ้นและผงถ่าน โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
1	3.74	3.87	4.00	4.00
2	3.24	3.63	3.93	3.85
3	3.52	3.75	4.12	4.10
4	3.42	3.54	4.00	3.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

สูตรที่ 1	ถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงขมิ้น	1.5	เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 2	ถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงขมิ้น	2	เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 3	ถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงถ่าน	1.5	เปอร์เซ็นต์
สูตรที่ 4	ถั่วเหลืองคลุกแป้งพรีเจลาทีไนซ์และผงถ่าน	2	เปอร์เซ็นต์

การทดสอบหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

เมื่อผลิตถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพสำเร็จรูปแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 วัน แล้วนำมาตรวจสอบหาปริมาณความชื้นในถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงความชื้นของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิห้อง	2.75
ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	2.29
ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง	2.55
ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	1.85

จากการทดลองหาความชื้นพบว่าถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิห้องมีความชื้นมากที่สุด คือ 2.75 เปอร์เซ็นต์ อาจทำให้เกิดเชื้อราได้และทำให้เกิดการเหม็นหืนได้ง่าย ส่วนถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสมีความชื้นน้อยที่สุด โดยรวมแล้วพบว่าทุกตัวอย่างมีความชื้นไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับที่ 1089 – 2535 ที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 4.5 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

หลังจากเก็บรักษาถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 วัน แล้วนำมาตรวจสอบค่าความเป็นกรด - ด่าง ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิห้อง	6.87
ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	6.99
ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง	7.06
ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	7.25

จากการทดลองหาค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากที่สุด แสดงว่าถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสมีค่าเป็นด่างสูงกว่าตัวอย่างชนิดอื่น ๆ ส่วนถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิห้อง มีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยที่สุด แสดงว่าถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิห้องมีค่าเป็นด่างต่ำกว่าตัวอย่างชนิดอื่น ๆ โดยรวมแล้วพบว่าทุกตัวอย่างค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงที่เป็นกลาง แสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพปกติ ไม่เสื่อมเสีย

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

เพื่อทดสอบหาคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

สูตร	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
1	2.78	3.73	4.15	3.63
2	2.78	3.42	3.68	3.47
3	3.94	3.63	3.89	3.78
4	4.00	3.68	3.84	3.84

หมายเหตุ

- สูตรที่ 1 ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สูตรที่ 2 ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่านเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส
- สูตรที่ 3 ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง
- สูตรที่ 4 ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองกรอบ หลังจากเก็บรักษานาน 60 วัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับการยอมรับ ด้านสีและความชอบรวมมากที่สุดคือ ถั่วเหลืองเคลือบผงขมิ้นเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (สูตรที่ 4) และคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับการยอมรับ ด้านรสชาติและความกรอบมากที่สุดคือ ถั่วเหลืองเคลือบผงถ่าน (สูตรที่ 1) เก็บที่อุณหภูมิห้อง จากตารางที่ 15 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติทุกสูตรอยู่ในเกณฑ์ของคะแนนที่ค่อนข้างชอบ นั่นแสดงว่าผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบที่ผลิตได้ซึ่งเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (polypropylene) ปิดผนึกแล้วสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 60 วัน โดยไม่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียไปได้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพโดยทำการทดลองศึกษาสูตรที่เหมาะสมและทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพทางด้านสี รสชาติ ความกรอบและการยอมรับโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 กระบวนการแปรรูปถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

1. เมล็ดถั่วเหลืองที่แช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีความกรอบร่วนมากที่สุดและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ คือ 45 นาที
2. แป้งพรีเจลาทีไนซ์มีความเหมาะสมในการแปรรูปถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพมากกว่าแป้งข้าวเหนียวคัดแปรเพราะแป้งพรีเจลาทีไนซ์จะไม่อมน้ำมันเวลาทอด
3. ผงขมิ้นและผงถ่านปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมมากกว่าผงขมิ้นและผงถ่าน 2 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 ผลการทดสอบการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

1. สูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ของแผนการทดลองที่ 5 ซึ่งเป็นสูตรถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพที่เคลือบด้วยแป้งพรีเจลาทีไนซ์แล้วคลุกด้วยผงขมิ้นและผงถ่านตามลำดับ ปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยทางด้านสี 3.74 และ 3.52 รสชาติ 3.87 และ 3.75 ความกรอบ 4.00 และ 4.12 และ ลักษณะโดยรวม 4.00 และ 4.10 ตามลำดับ
2. ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบที่ผลิตได้ซึ่งเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (polypropylene) ปิดผนึกแล้วสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 60 วัน โดยไม่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียไปได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการแช่ตัวเหลืองในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ควรลดเวลาในการแช่ลงเป็น 45 นาที เพราะจะทำให้เมล็ดตัวเหลืองแตกเวลาทอด
2. ในขั้นตอนการทอดเมล็ดตัวเหลืองควรตั้งไฟให้มีความร้อนอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส และทอดตัวเหลืองในปริมาณ 200 กรัม เป็นเวลา 7 นาที เพื่อให้เมล็ดตัวเหลืองสุกอย่างทั่วถึงกันและในการทอดครั้งต่อไปให้วัดอุณหภูมิให้ได้ 160 องศาเซลเซียสก่อนทอดทุกครั้ง
3. ก่อนที่จะนำเมล็ดตัวเหลืองไปคลุกกับแป้งต้องคัดเมล็ดตัวเหลืองที่แตกออกก่อนเพื่อป้องกันเมล็ดตัวเหลืองที่แตกไปเกาะกับเมล็ดที่สมบูรณ์
4. ในขั้นตอนการคลุกควรใช้กระบอกฉีดน้ำเชื่อมกลูโคสและซูโครสเพื่อให้การกระจายตัวของน้ำเชื่อมสม่ำเสมอส่งผลทำให้ลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์เรียบเนียน
5. ในขั้นตอนการโรยแป้งควรใช้ที่ร่อนแป้งร่อนแป้งเพื่อให้แป้งกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอเพื่อจะเข้าไปเกาะกับน้ำเชื่อมถ้าแป้งกระจายตัวไม่ทั่วถึงกันอาจทำให้เมล็ดของตัวเหลืองที่คลุกแล้วไม่เท่ากัน
6. ในขั้นตอนการทอดตัวเหลืองที่คลุกแล้วควรแบ่งตัวเหลืองทอดในปริมาณ 200 กรัม และทอดเป็นเวลา 4 นาที อุณหภูมิที่ใช้ทอด 160 องศาเซลเซียส หลังจากทอดเสร็จแล้วควรใช้กระดาษทิชชูซับน้ำมัน
7. ในขั้นตอนการโรยเกลือควรใช้เกลือฟูนแทนเกลือป่นเพราะมีความละเอียดมากกว่าจึงทำให้ผลิตภัณฑ์น่ารับประทานและต้องคลุกเกลือทันทีที่ทอดเสร็จ
8. ควรบรรจุผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและไม่ถูกแสงแดด
9. ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพควรเปลี่ยนกรรมวิธีการทอดเป็นการคั่วแทน เพราะเนื่องจากการทอดจะทำให้เกิดการเหม็นหืนได้ง่ายกว่าการคั่ว
10. ควรเก็บผลิตภัณฑ์ตัวเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพไว้ในที่เย็นเพราะจะช่วยให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. สารให้ความหวาน. กรุงเทพฯ : จาร์พา เทคโนโลยี. 118 น.
- _____ . 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 303 น.
- กิตติ เลิศล้ำ. 2548. “ถ่านไม้ไผ่”. ถ่านไม้ไผ่. แหล่งที่มา : [http:// www.Thaifoodconners.com/charcoalddi](http://www.Thaifoodconners.com/charcoalddi), 1 พฤษภาคม 2548.
- เกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. ถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ : กลุ่มเกษตรสัญจร. 63 น.
- คณะกรรมการกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหารหน่วยที่ 8 - 15. นนทบุรี : สุโขทัยธรรมาราช. 359 น.
- จิตรนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.
- นิรนาม. 2548. “ถ่านไม้ไผ่”. ความสำคัญ. แหล่งที่มา : <http://www.bamboovinfgar.com/bamboocharcoalintroduction.htm>, 16 กรกฎาคม 2548.
- นิรนาม. 2548. “ถ่านไม้ไผ่”. รายละเอียดของถ่านไม้ไผ่. แหล่งที่มา : <http://www.Healthygourmetstore.com/index.html?charcoalcatalog.html/>, 20 พฤศจิกายน 2548.
- บริษัท ศูนย์วิจัย ไทยพานิชย์ จำกัด. 2543. “ขนมขบเคี้ยว”. วารสารการวิจัยตลาด. แหล่งที่มา : <http://www.scb.co.th/mkthai/mkkoog2html>, 20 เมษายน 2548.
- เบญจพร พรานชู. 2546. การผลิตและพัฒนาขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 53 น.
- ภาณุทรศ. มปป. ไขมันยอดสมุนไพรรักษาสารพัดโรค. กรุงเทพฯ : น้ำฝน. 126 น.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2547. ถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ : โอเอสพรีนติ้งเฮาส์.
- สิทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2543. เคลือบลิปสมุนไพรไทย. นนทบุรี : การบัวแก้ว. 97 น.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิพรธ พุกักดี. 2546. ถั่วเหลือง : พืชทองของไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

264 น.

อุทัย ไชยานนท์. 2543. ถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ : น้ำฝน. 144 น.

Bemiller, James N. 1984. Starch : Chemisty and technology. Orlando : Academic Press. 718 .

Knight, A.R. 1970. Introductory physical chemistry. NJ : Prentice – Hall. 344.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพ

คำชี้แจง โปรดทดสอบผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบในระดับใด

ระดับคะแนนความชอบ

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (dislike extremely) 4 = ชอบมาก (like very much)
 2 = ไม่ชอบมาก (deslike very much) 5 = ชอบมากที่สุด (like extremely)
 3 = เฉยๆ (neither like or dislike)

งานทดสอบที่ 1

ตัวอย่าง	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
รหัส.....				
รหัส.....				
รหัส.....				
รหัส.....				

งานทดสอบที่ 2

ตัวอย่าง	สี	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
รหัส.....				
รหัส.....				
รหัส.....				
รหัส.....				

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาความชื้น

ขั้นตอนการหาความชื้นมีดังต่อไปนี้

1. นำถ้วยอะลูมิเนียม (Moisture can) ไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมเปล่าและน้ำหนักผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องชั่งเพื่อสุขภาพที่ปรับบดละเอียดและทราบจำนวนที่แน่นอน คือ 3 กรัม
3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง
4. นำออกมาใส่โถดูดความชื้น (Desicator) 30 นาที
5. นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
6. บันทึกผลครั้งที่ 1
7. นำกลับไปอบอีก 1 ชั่วโมง
8. นำออกมาใส่โถดูดความชื้น (Desicator) 10 นาที
9. นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
10. อบจนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างเพื่อสุขภาพ

สูตรหาความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ก

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ขั้นตอนการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีดังต่อไปนี้

1. เตรียมตัวอย่าง คือ บดผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองกรอบเพื่อสุขภาพให้ละเอียด ชั่งน้ำหนัก 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
2. ปรับเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
3. จุ่มอิเล็กโทรดลงในบีกเกอร์ตัวอย่างประมาณ 1 นิ้ว รอ 2-3 นาที
4. จดบันทึกค่าที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ถั่วกรอบปรุงรส

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุประสงค์ ปนอาหาร สารปนเปื้อน สุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ ตัดสิน และการทดสอบถั่วกรอบปรุงรส

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ถั่ว หมายถึง เมล็ดพืชในวงศ์ถั่วมิโนซี (Leguminosae) เช่นถั่วลิสงที่ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า อะ-
ราคิสไฮโปเจีย (Arachis hypogaea) ถั่วถั่วดำที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า บิซุม ซาติวุม ลินน์
(Pisumsativum Linn.) และถั่วอื่น ๆ ที่จัดอยู่วงศ์นี้
- 2.2 ถั่วกรอบปรุงรส หมายถึงถั่วตามข้อ 2.1 ที่ผ่านกรรมวิธีทำความสะอาด ทำให้กรอบ ปรุงแต่ง
สีและกลิ่นรส จะเคลือบผิวหรือไม่ก็ได้

3. ส่วนประกอบ

3.1 ส่วนประกอบหลัก

3.1.1 เมล็ดถั่ว

3.2 ส่วนประกอบอื่น

3.2.1 แป้งบริโภค เช่น แป้งสาลี

3.2.2 น้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค

3.2.3 เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

3.2.3.1 น้ำตาล

3.2.3.2 เมล็ด

3.2.3.3 อื่น ๆ เช่น กะทิ กาแฟ น้ำผึ้ง เครื่องเทศ วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

ถั่วกรอบปรุงรสต้องไม่คืดกัน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.2 สี กลิ่นรส และความกรอบ

4.2.1 มีสีของส่วนประกอบที่ใช้ทำ และมีสีสม่ำเสมอในแต่ละภาชนะบรรจุ

4.2.2 มีกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ทำ ไม่ขม ไม่หืน ไม่มีกลิ่นไหม้ หรือ กลิ่นรสแปลกปลอมอื่นที่ไม่พึงประสงค์

4.2.3 มีความกรอบสม่ำเสมอในแต่ละภาชนะบรรจุ

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนน 11.1 แล้ว แต่ละลักษณะต้องได้คะแนนเฉลี่ยจากผู้ตรวจสอบ ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.3 ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้

4.3.1 ถั่วกรอบปรุงรส จะมีเมล็ดลีบ เมล็ดหัก เมล็ดครึ่งซีก และเมล็ดตาย รวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก สำหรับถั่วกรอบปรุงรสที่ไม่เคลือบผิวไม่นับรวมเมล็ดครึ่งซีก

4.3.2 ถั่วกรอบปรุงรสจะมีผิวเคลือบหลุดมากกว่าครึ่งเมล็ดได้ไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการชั่ง

4.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมใด ๆ เช่น ชิ้นส่วนของแมลง เส้นผม ขน เปลือกถั่ว ดิน ทราข กรวด การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ ในกรณีที่มีปัญหาให้ใช้แว่นขยายที่มีกำลังขยาย 10 เท่า

4.5 อะฟลาทอกซิน

ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 970.45

4.6 คุณลักษณะทางเคมีต้องเป็นไปตามตารางภาคผนวกที่ 1

ตารางภาคผนวกที่ 1 คุณลักษณะทางเคมีของถั่วกรอบปรุงรส (ข้อ 4.6)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีวิเคราะห์ตาม
1	ความชื้น ร้อยละไม่เกิน	4.5	AOAC (1990) ข้อ 925.40
2	ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจน ต่อถั่วกรอบปรุงรส 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	40	IUPAC (1979) ข้อ 2.501

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณลักษณะทางเคมีของถั่วกรอบปรุงรส (ข้อ 4.6)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีวิเคราะห์ตาม
3	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด ร้อยละของ น้ำหนักอบแห้ง ไม่เกิน	0.1	AOAC (1990) ข้อ 941.12

5. วัตถุเจือปนอาหาร

5.1.1 บิวทิลไฮดรอกซีไอซอโรกซี-2 (หรือ3)-เทอเซินริ บิวทิล-4-เมทอกซีฟีนอล หรือที่เรียกว่า บิวทิลไฮดรอกซีไอซอโรกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 383.15 (968.17)

5.1.2 บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 953.15 (968.17)

5.1.3 โพรพิลแกลเลต (propyl gallate)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 952.09

5.2 สี

หากสีผสมอาหาร ให้ใช้สีที่เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกกวาด และทอฟฟี่มาตรฐานเลขที่ มอก. 696 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 696

6. สารปนเปื้อน

6.1 สารปนเปื้อนที่อาจมีอยู่ และปริมาณสูงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางภาคผนวกที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 2 สารปนเปื้อน (ข้อ 6.1)

รายการที่	สารปนเปื้อน	ปริมาณสูงสุดที่ยอมรับไม่ได้ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	วิธีวิเคราะห์ตาม
1	ตะกั่ว	1.0	AOAC (1990) ข้อ 972.25
2	สารหนู	2.0	AOAC (1990) ข้อ 952.13

7. สุขลักษณะ

7.1 จุลินทรีย์ที่อาจมีในถั่วกรอบปรุงรสให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

7.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม การทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 966.23 (C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.2 โคลิฟอร์ม (*Coliform*) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 966.24

7.1.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 980.37

7.1.4 ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 967.25 ถึงข้อ 967.28

7.1.5 กลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 976.30

7.1.6 บีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคลิไนต์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 940.37 (E)

8 การบรรจุ

8.1 ให้บรรจุถั่วกรอบปรุงรสในภาชนะที่สะอาดแห้ง ผนึกได้สนิท ป้องกันอากาศและความชื้นได้

8.2 น้ำหนักสุทธิของถั่วกรอบปรุงรสในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

9. เครื่องหมายและฉลาก

9.1 ที่ภาชนะบรรจุถั่วกรอบปรุงรสทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อถั่ว ตามด้วยคำว่า “กรอบปรุงรส”
- (2) ส่วนประกอบ
- (3) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม
- (4) วัน เดือน ปีที่ทำ เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
- (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (6) ประเทศที่ทำ

9.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถั่วกรอบปรุงรสที่ทำจากถั่วชนิดเดียวกัน และส่วนประกอบที่ใช้ทำอย่างเดียวกันทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

10.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากับทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

10.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และความกรอบ ข้อบกพร่องที่ยอมรับให้มีได้ สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

10.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 3 นำตัวอย่างทั้งหมดไปตรวจสอบเครื่องหมายและฉลากก่อน แล้วจึงตรวจสอบบรรจุ ลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และความกรอบ สิ่งแปลกปลอม และข้อบกพร่องที่ยอมรับให้มีได้ ตามลำดับ

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่ชักมานั้นให้เก็บไว้ในภาชนะเดียวกับภาชนะทางการค้า หลีกเลี่ยงการถูกแสงแดดและความร้อนผิดปกติ

10.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 4.2 ข้อ 4.3 ข้อ 4.4 ข้อ 8 และข้อ 9 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางภาคผนวกที่ 3 จึงจะถือว่าถั่วกรอบปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางภาคผนวกที่ 3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และความกรอบ ข้อบกพร่องที่ยอมรับให้มีได้ สิ่งแปลกปลอม การบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก

ขนาดรุ่น	ขนาดตัวอย่าง	เลขจำนวนที่ยอมรับ
หน่วยภาชนะบรรจุ	หน่วยภาชนะบรรจุ	
ไม่เกิน 500	8	1
501 ถึง 3200	13	2
3201 ถึง 35000	20	3
เกิน 35000	32	5

10.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบอะฟลาทอกซิน คุณลักษณะทางเคมี วัตถุเจือปนอาหารและสารปนเปื้อน

10.2.2.1 ให้ใช้ตัวอย่างที่เหลือจากข้อ 10.2.1 ชักตัวอย่างมาภาชนะบรรจุละเท่า ๆ กัน นำมาผสมกันให้ได้น้ำหนักไม่น้อยกว่า 500 กรัม บรรจุในภาชนะที่ป้องกันความชื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะอาด แห้ง ปิดให้สนิท ในกรณีที่ตัวอย่างมีปริมาณไม่เพียงพอให้ชักตัวอย่างเพิ่มจากรุ่นเดียวกัน จนกระทั่งได้น้ำหนักรวมตามที่กำหนด

10.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.5 ข้อ 4.6 และข้อ 6 จึงจะถือว่าถั่วกรอบปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์

10.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ การทดสอบให้ใช้ตัวอย่างรวม

10.2.3.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7.1 จึงจะถือว่าถั่วกรอบปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถั่วกรอบปรุงรสต้องเป็นไปตามข้อ 10.2.1.2 ข้อ 10.2.2.2 และข้อ 10.2.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าถั่วกรอบปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

11. การทดสอบ

11.1 สี กลิ่นรสและความกรอบ

11.1.1 เครื่องมือ

11.1.1.1 ชามกระเบื้องขาว

11.1.1.2 ช้อน

11.1.2 วิธีตรวจสอบ

11.1.2.1 คณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบถั่วกรอบปรุงรสอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนน โดยอิสระ

11.1.2.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางภาคผนวกที่ 4

ตารางภาคผนวกที่ 4 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี กลิ่นรส และความกรอบ

สมบัติที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้
สี	สีสม่ำเสมอดีมาก	5
	สีสม่ำเสมอดี	4
	สีสม่ำเสมอปานกลาง	3
	สีสม่ำเสมอพอใช้	2
	สีไม่สม่ำเสมอ	1
กลิ่นรส	กลิ่นรสดีมาก ตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ทำ	5
	กลิ่นรสดี ตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ทำ	4
	กลิ่นรสปานกลาง และไม่มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นไหม้	3
	กลิ่นรสพอใช้ แต่มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นไหม้ หรือรสขมเล็กน้อย	2
	กลิ่นรสไม่ดี และมีกลิ่นหืน หรือกลิ่นอับ หรือกลิ่นไหม้	1
	หรือกลิ่นรสแปลกปลอม หรือมีแมลงค่อม	1
ความกรอบ	กรอบดีมาก	5
	กรอบดี	4
	กรอบปานกลาง	3
	กรอบพอใช้	2
	ไม่กรอบ	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้