สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ปัญหาพิเศษ**

**เรื่อง**

การผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก

Production of low fat porkball with konjac flour

**โดย**

นางสาวกรรณิการ์ คุณยศยิ่ง

ปพ.
ก 1938
2542

**เลขหมู่**.....
**เลขทะเบียน**...36252
**วัน, เดือน, ปี**20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัญหาพิเศษ**

**ปีการศึกษา2542**

**ชื่อเรื่อง** การผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก

Production of low fat porkball with konjac flour

**ชื่อ – สกุล** นางสาวกรรณิการ์ คุณยศยิ่ง

**สาขาวิชา** อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

**คณะ** ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี

**บทคัดย่อ**

บุก เป็นพืชหัวพื้นเมืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Amorphophalllus ssp.* ในส่วนของแป้งบุกที่นำมาใช้ประโยชน์มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งจัดเป็นโพลิ แซกคาไรด์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ก่อตัวเป็นเส้นใย มีคุณสมบัติพิเศษคือเมื่อถูกน้ำจะพองตัวได้ 20 –30 เท่า มีลักษณะเป็นวุ้น สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักได้ดี การทดลองนี้จึงเป็นการนำแป้งบุกมาเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นหมูเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำชนิดใหม่ขึ้นในท้องตลาด ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้แป้งบุกในปริมาณ 0 , 5 , 10 , 15 และ 20% เพื่อทดแทนปริมาณไขมันที่ต้องใช้ โดยยังคงใช้ส่วนผสมอื่นๆ คงเดิม จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยให้ผู้ทดลองชิม 15 คน และ วิเคราะห์ผลโดยวิธี วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) รวมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูที่ได้ พบว่าสูตรที่ยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่มีการใช้แป้งบุก 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการยอมรับจากผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสทั้งทางด้านสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส คุณภาพโดยรวมมากที่สุดโดยลักษณะของลูกชิ้นที่ปรากฏคือ สีของลูกชิ้นจะมีสีขาวอมเทาเวลารับประทานจะรู้กลิ่นของเครื่องเทศชัดเจน รสชาติจืดเนื้อสัมผัสมีความเหนียวนุ่มเนื้อภายในเมื่อผ่าดูจะมีเจลบุกเกิดเป็นเม็ดๆ ภายใน เมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นหมูในท้องตลาดทั่วไป พบว่าลูกชิ้นมีสีขาวอมเทา มีกลิ่นของเครื่องเทศเช่นกัน แต่จะแตกต่างในด้านลักษณะของเนื้อสัมผัสที่ชัดเจนโดยลูกชิ้นจะมีความเหนียวนุ่มมากกว่า เนื้อภายในมีลักษณะเนียนซึ่งเป็นลักษณะการเกิดอิมัลชั่น (emulsion) ที่ดี และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าลูกชิ้นหมูที่มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แป้งบุกทดแทนไขมันที่ 20 % มีความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือ 15% 10% 5% และ 0% โดยถ้าปริมาณความชื้นสูงปริมาณของแข็งจะเหลืออยู่มาก ในด้านการวิเคราะห์ด้านไขมันปรากฏว่าลูกชิ้นหมูที่มีการใช้แป้งบุก 0% มีปริมาณไขมันสูงที่สุด รองลงมาคือ 5% 10% 15% และ 20% และในการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านโปรตีนปรากฏว่าลูกชิ้นหมูที่มีการใช้แป้งบุก 0% มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด รองลงมาคือ 5% 10% 15% และ 20% ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกันโดยเฉพาะ อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและชี้แนะทางด้านเอกสารประกอบการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนแก้ปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปัญหาพิเศษด้วยดี ขอขอบคุณท่านอาจารย์ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอขอบคุณอาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ที่ให้การช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ และชี้แนะเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์และวิธีการในการวิเคราะห์ ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องการติดต่อเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และติดต่อสถานที่ต่าง ๆ ที่ต้องใช้เป็นสถานที่ทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร และขอขอบพระคุณ คุณมงคล เกษประเสริฐ นักวิชาการเกษตร กองพฤษชีพการวิทยา กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์ที่ให้การช่วยเหลือ ชี้แนะ ให้คำปรึกษา และให้ความรู้ในเรื่องของบุกและการผลิตบุกเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในการทำการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ในการจัดพิมพ์เอกสาร ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับบิดา มารดา ยังเป็นบุคคลที่ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจในเวลาที่เกิดความทุกข์ และท้อแท้ รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กรรณิการ์ คุณยศยิ่ง

มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทคัดย่อปัญหาพิเศษ | | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | | ค |
| สารบัญ | | ง |
| สารบัญตาราง | | ฉ |
| สารบัญภาพ | | ซ |
| บทที่ | | |
| 1 | บทนำ | 1 |
| | 1.1 ความสำคัญของปัญหา | 1 |
| | 1.2 วัตถุประสงค์ | 3 |
| | 1.3 ขอบเขตการศึกษา | 3 |
| | 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 2 | การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| | 2.1 บุก (Elephant Yam) | 4 |
| | 2.2 แป้งบุก | 8 |
| | 2.3 โครงสร้างของกลูโคแมนแนน | 18 |
| | 2.4 ความสำคัญทางอุตสาหกรรมของบุก | 21 |
| | 2.5 การใช้ประโยชน์จากแป้งบุก | 23 |
| | 2.6 ลูกชิ้น | 27 |
| 3 | อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน | 34 |
| | 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย | 34 |
| | 3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง | 36 |
| | 3.3 การเก็บผลการทดลอง | 40 |
| | 3.4 สถานที่ทำการทดลอง | 41 |
| | 3.5 การวางแผนการทดลอง | 41 |
| 4 | ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล | 42 |
| | 4.1 ปริมาณแป้งบุกที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ | 42 |
| | 4.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัส | 48 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี..... 50
5 สรุปผลการทดลอง..... 52
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 52
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 53
บรรณานุกรม..... 56
ภาคผนวก..... 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงการจำแนกชนิดบุกในประเทศไทย ..... | 7 |
| 2 | แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการผลิตแป้งบุกแบบแห้งและการผลิตแบบเปียก ..... | 10 |
| 3 | แสดงคุณสมบัติที่ดีของแป้งบุกที่บริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแป้งบุกก่อนนำไปทำให้บริสุทธิ์ ..... | 13 |
| 4 | แสดงลักษณะทางกายภาพผงบุกที่ผลิตในประเทศไทย ..... | 13 |
| 5 | แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกสดและผงบุก ..... | 15 |
| 6 | แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหัวบุก ..... | 16 |
| 7 | แสดงคุณค่าอาหาร (NUTRIRION LABELLING) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบุกผงสำเร็จรูปรสต่าง ๆ ..... | 17 |
| 8 | แสดงสูตรการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกในแต่ละระดับ ..... | 38 |
| 9 | ลักษณะปรากฏของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกโดยใช้ปริมาณของแป้งบุกที่แตกต่างกัน ..... | 45 |
| 10 | ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก..... | 48 |
| 11 | แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นไขมันต่ำจากแป้งบุก. | 50 |
| 12 | ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ..... | 75 |
| 13 | การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกในเรื่องสี ..... | 75 |
| 14 | ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น ..... | 76 |
| 15 | การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกในเรื่องกลิ่น ..... | 76 |
| 16 | ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ ..... | 77 |
| 17 | การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกในเรื่องรสชาติ ..... | 77 |
| 18 | ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส ..... | 78 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 19 | การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่องเนื้อสัมผัส ..... | 78 |
| 20 | ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับโดยรวม ..... | 79 |
| 21 | การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่องการยอมรับโดยรวม ..... | 79 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | กระบวนการผลิตแป้งบุกแบบแห้ง ..... | 9 |
| 2 | กระบวนการผลิตแป้งบุกแบบเปียก ..... | 10 |
| 3 | กระบวนการผลิตกลูโคแมนแนนชนิดบริสุทธิ์ (Konjac mannan of Glucomannan) ..... | 11 |
| 4 | โครงสร้างบางส่วนของกลูโคแมนแนนในแป้งบุก ..... | 19 |
| 5 | ขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ..... | 39 |
| 6 | ลักษณะทางกายภาพของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ 0% 5% 10% 15% และ 20% ..... | 43 |
| 7 | ลักษณะภายในของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ 0% 5% 10% 15% และ 20% ..... | 44 |
| 8 | ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ..... | 61 |
| 9 | ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ..... | 63 |
| 10 | ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน ..... | 65 |
| 11 | ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย ..... | 67 |
| 12 | ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์เซ็นต์เถ้าทั้งหมด (% Total ash) ..... | 69 |
| 13 | ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ละลาย และ ไม่ละลายในกรด (acid soluble and insuluble ash) ..... | 71 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญของปัญหา

บุกหรือกะบุกเป็นพืชหัวพื้นเมืองของหลายประเทศในแถบเอเชียทั้งที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน เช่น ไทย พม่า ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย บังคลาเทศ อินเดีย ฯลฯ และในเขตอบอุ่น เช่น จีน ญี่ปุ่น ซึ่งทั้ง 2 ประเทศได้มีการปลูกพืชชนิดนี้รวมทั้ง มีการพัฒนาพันธุ์และการนำมาใช้ประโยชน์ในการถนอมอาหารและการแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหารมานานแล้วโดยเฉพาะญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกในปี พ.ศ. 2527 ที่ส่งผลิตภัณฑ์อาหารจากบุก เช่น บุกเส้น วุ้นบุก บุกผง ภายใต้ชื่อ คอนนิยากุ จำหน่ายจนเป็นที่รู้จักในหลายประเทศทั่วโลก สำหรับประเทศไทยตามรายงานด้านอนุกรมวิธานเมื่อปี พ.ศ.2525 พบว่ามีบุกอยู่ทุกภาคของประเทศจำนวน 20 ชนิด ( บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 1) ซึ่งในจำนวนที่พบนี้ และมีเพียง ไม่กี่ชนิดได้แก่ บุกไข่ บุกเนื้อทราย บุกโคราช ที่ผู้คนในท้องถิ่นแต่ละภาครู้จักนำเอาบางส่วนของต้น เช่น หัวใต้ดิน และต้นอ่อน หรือ เฉพาะต้นอ่อน และช่อดอก ไปปรุงอาหารตามฤดูกาลทั้งในรูปของอาหารคาว และขนมหวาน บางชนิดก็นำเอาต้นและใบมาหั่นต้มรวมกับรำข้าวและปลายข้าวเลี้ยงสุกร ในด้านการเพาะปลูกบุกเท่าที่พบมีอยู่เพียง 2 ชนิดที่ชาวบ้านปลูกไว้บริโภค ชนิดแรก ใช้หัวหรือต้นอ่อนปรุงเป็นอาหารมีลักษณะลำต้นเกลี้ยง หรือค่อนข้างเกลี้ยง ลำต้นใบสีเขียว ลายของต้นเป็นสีเขียวอ่อน หัวกลมแป้นมีปุ่มหน่อข้างหัวจำนวนมากไว้ขยายพันธุ์ ปลูกมากในบางท้องที่ของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุโขทัย เพชรบูรีซึ่งเรียกเรียกว่ากันว่า กะบุก หรือ บุกหูช้าง ส่วนอีกชนิดหนึ่งใช้เฉพาะหัวไปปรุงอาหารมีลักษณะคล้ายคลึงกับชนิดแรก แต่ลายของต้นเป็นสีขาว ผิวลำต้นขรุขระเล็กน้อย ไม่มีปุ่มหน่อ ขยายพันธุ์โดยตัดส่วนของเปลือกหน่อ หรือ หัว เป็นชิ้นหนาประมาณ 3 เซนติเมตร นำไปชำให้งอกหน่อก่อนปลูก บุกชนิดนี้รู้จักกันไม่แพร่หลายเท่าชนิดแรก มีปลูกเพียงบางหมู่บ้านที่ อ.ตาพระยา จ.สระแก้ว , อ.พบพระ จ.ตาก , อ.แม่สรวย จ.เชียงราย เรียกว่า บุกหวาน

ในหัวบุกนั้นมีสารสำคัญชื่อว่ากลูโคแมนแนน โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและแมนโนส เป็นใยอาหารธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นวุ้น ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างจากวุ้นที่ได้จากพืชชนิดอื่น คือ มีความสามารถด้านการพองตัวในน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่มีข้อเสีย คือ การคงตัวอยู่ได้ไม่นานเท่ากับวุ้นชนิดอื่น เช่น วุ้นที่ได้จากเมล็ดธัญพืชหรือวุ้นกาแลกโตแมนแนนที่ได้จากสาหร่ายทะเล ( มงคล เกษประเสริฐ และ คณะ , 2540 : 3 ) นอกจากนี้วุ้นกลูโคแมนแนนยังมีผลในเชิงวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพทย์เป็นที่ยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกคือ เป็นวุ้นที่ไม่เพิ่มพลังงานและไม่ถูกย่อยโดยน้ำในกระเพาะอาหาร จึงเป็นกากเพิ่มปริมาณรวมอยู่กับอาหารที่ร่างกายย่อยได้ วุ้นกลูโคแมนแนนจะมีลักษณะเป็นเมือกลื่นแทรกตัวอยู่โดยรอบขัดขวางการดูดซึมน้ำตาลซึ่งจะมีผลในด้านการป้องกันบำบัดโรคที่สำคัญหลายชนิด และกลูโคแมนแนนที่ได้จากบุกจะสลายตัวเป็นน้ำช่วยในการระบายของเสีย สารพิษตกค้างในระบบย่อยอาหารจากร่างกายได้ดีขึ้น(วันดี กฤษณพันธ์ , 2528 : 57) และยังสามารถนำไปใช้เป็นอาหาร ยา และอาหารเสริมสุขภาพซึ่งกำลังเป็นที่สนใจของผู้คนทั่วโลก ฉะนั้นความต้องการบุกที่ให้สารชนิดนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

จากคุณสมบัติที่สำคัญของแป้งบุกที่มีส่วน ช่วยลดโคเลสเตอรอลและยังมีคุณสมบัติในการพองตัวในน้ำและการเกิดเจลที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับขณะนี้ผู้บริโภคเริ่มใส่ใจในสุขภาพของตนเองมากขึ้น การใช้ประโยชน์จากผงบุกในผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้ไขมันต่ำหรือมีส่วนในการช่วยลดโคเลสเตอรอลจึงได้รับความสนใจมากขึ้นในขณะนี้ เช่น เครื่องดื่มบุกผง วุ้นเส้น วุ้นบุก เป็นต้น นอกจากนี้ในปัจจุบันเริ่มมีการพัฒนานำผงบุกมาใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้นด้วย เช่น ไส้กรอกหมูไขมันต่ำ หมูยอและไก่ยอไขมันต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูยังเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมของผู้บริโภคมากในขณะนี้แต่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันค่อนข้างสูงประมาณ 30% (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2540 : 37-38) ซึ่งไม่เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก และต้องการจะลดความอ้วน การปรับปรุงกระบวนการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำ โดยใช้ผงแป้งบุกเป็นส่วนผสมเพื่อทดแทนไขมันที่ต้องใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูในอัตราส่วนของผงแป้งบุกที่ต่างกันในการผลิต จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคโดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำที่ได้ยังคงให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสำคัญอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง

ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ทำการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากบุกขึ้น โดยการนำแป้งบุกมาใช้เป็นส่วนผสมทดแทนปริมาณไขมัน ที่ต้องใช้ในการผลิตโดยคำนึงถึงปริมาณของแป้งบุกที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนไขมัน และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ และทำให้ในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์ใหม่ในการรองรับความต้องการของผู้บริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.2 วัตถุประสงค์**

1.เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งบุกเพื่อทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำที่ผู้บริโภคยอมรับ

3.เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำชนิดใหม่ที่เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคและเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้มีคุณค่าและประโยชน์ต่อผู้บริโภคต่อไป

**1.3 ขอบเขตการศึกษา**

ศึกษาปริมาณแป้งบุกที่เหมาะสมเพื่อทดแทนไขมัน และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูที่ทำการผลิตที่ผู้บริโภคยอมรับได้เปรียบเทียบกับลูกชิ้นหมูในท้องตลาด

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ทราบปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งบุกเพื่อทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำ
2. ทราบองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากบุก
3. ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำชนิดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

## การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 บุก (Elephant Yam)

**ประวัติความเป็นมาของบุก**

**บุก** เป็นพืชหัวที่มีชื่อเรียกหลากหลายตามภาษาท้องถิ่นของไทย บุก บุกดางคก เบือ บุกเกลี้ยง บุกหยวก บุกเป็นพืชจำพวกอาหารและสมุนไพรที่รู้จักกันดีมาแต่โบราณของไทย โบราณ นอกจากนี้ยังเป็นพืชอาหารที่รู้จักของชาวญี่ปุ่นนิยมนิยมบริโภคด้วย ซึ่งมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่าคอนยัค (Konjac) ญี่ปุ่นจัดเป็นผู้ผลิตอาหารบุกรายใหญ่และมีการส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่าง ๆ ทั่วโลกทั้งในทวีปอเมริกา ยุโรป และเอเชีย ประเทศต่าง ๆ เหล่านี้จึงรู้จักผลิตภัณฑ์อาหารจากบุกจากประเทศญี่ปุ่นในชื่อเดียวกันว่า "คอนนิยากุ (Konyaku)" ซึ่งได้จากพืชที่เรียกว่า "คอนยัค" (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2532 : 19 , มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 1)

ในประเทศไทยพบว่ามีชาวต่างชาติได้เข้ามาสำรวจชนิดของบุกและรายงานชื่อภาษาไทยไว้เมื่อประมาณ 30 ปีก่อน ในการค้นคว้าเรื่องบุกได้เริ่มขึ้นอย่างจริงจังในครั้งแรกโดยกรมวิชาการเกษตรเมื่อปี พ.ศ.2524 มีการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ต่าง ๆ ทุกภาคของประเทศนำมาศึกษาลักษณะและวงจรการเจริญเติบโต เพื่อคัดเลือกคุณภาพด้านผลผลิตและเพื่อศึกษาหาแนวทางการใช้ประโยชน์เชิงอาหารและสมุนไพร (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา , 2527 : 7 - 9 , บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 3) จากการสำรวจของกรมวิชาการเกษตรพบว่า บุกที่พบตามธรรมชาติมีหลายชนิดและพบแทบทุกภาคของประเทศไทยชนิดที่พบมากคือ *Amorphophallus campanulatus* (บุก หรือ บุกดางคก มันซูรัน) *Amorphophallus Koratensis Gagnep* (บุกหูช้าง หรือ บุกหัวช้าง กะบุก) เช่น ภาคกลางรับประทานก้านดอก ภาคตะวันออก เช่น จังหวัดจันทบุรี มักนิยมรับประทานหัวโดยฝานเป็นแผ่นบางคลุกเกลือตากแห้งแล้วผึ่งรับประทานกับข้าว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดนครราชสีมา ปลูกบุกเป็นอาหารและจำหน่าย นิยมรับประทานเนื้อหัวบุกโดยนำมาทำเป็นแกงลาว ส่วนในภาคเหนือนิยมปิ้งหัวบุก ส่วนลำต้นของบุกนั้นนิยมนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ (บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ลักษณะทั่วไปของบุก**

บุกเป็นพืชหัวประเภทพืชล้มลุก (Herbaceous Plant) แต่สามารถมีชีวิตคงอยู่ใต้ดินได้นานถึง 6 ปี โดยมีการเกิดต่อเนื่องทุกปี เป็นพืชที่มีลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน ตั้งตรง โค่นง่ายเมื่อถูกพายุหรือกระทบแรง ๆ ต้นสูงประมาณ 5-180 เซนติเมตร ลำต้นรูปทรงกระบอกปลายเรียวเล็กกว่าส่วนโคนเล็กน้อย ลักษณะอวบน้ำ ผิวเรียบ สีของลำต้นมีหลายลักษณะ แต่ละต้นที่งอกขึ้นมาจากหัวเดียวกัน หรือต่างหัวกัน จะมีสีและลายสีของต้นแตกต่างกันไป เช่น ต้นสีเขียวอ่อนลายสีขาวขีด ต้นสีเขียวเข้มลายจุดสีขาว ต้นสีเขียวเข้มลายน้ำสีดำ ต้นสีเขียวลายจุดประสีขาว ต้นทีเขียวออกชมพูลายดำ หรือ น้ำตาลปนขาว (มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 6 , หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 26-27)ตามด้วยการขยายพันธุ์โดยจำแนกเป็นพวกที่มีต้นอยู่ใต้ดิน (corm) มีลักษณะเป็นหน่อที่มีรูปร่างต่างกัน เช่น กลมแป้น ทรงกระบอก ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย สีขาว หรือ สีชมพู เมื่อแห้งจะเป็นสีน้ำตาล เนื้อในมีสีขาวอมเหลือง ขาวอมชมพู เหลือง ชมพู ลักษณะละเอียดเรียบเหมือนแป้งในพืชหัวอื่น ๆ ที่ใช้เป็นอาหาร แต่บุกจะมีเมือกลื่นซึ่งต่างกับหัวมันเทศ หรือ มันฝรั่ง ดอกจะมีกลิ่นเหม็นเหมือนเนื้อเน่า เป็นแบบ Spadix ก้านดอกรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 5-45 เซนติเมตร ส่วนของดอกประกอบด้วย กลีบรองดอก (spath) คล้ายกลีบบัว 1 กลีบ ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร มีหลายลักษณะ เช่น ด้านนอกสีขาวนวล สีขาวอมเขียว ขาวอมชมพู ฯลฯ ด้านในสีชมพู สีเหลือง ชมพูปนน้ำตาลมีลายจุดสีขาว ฯลฯ ช่อดอกเป็นรูปทรงกระบอก ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนโคนติดกับกลีบรองดอก ยาวประมาณ 3-10 เซนติเมตร จะมีสีเหลืองเข้มเป็นส่วนของดอกตัวเมีย ส่วนกลางของช่อจะมีสีเหลืองอ่อนเป็นส่วนของดอกตัวผู้ยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร ส่วนปลายคล้ายหัวปลีสีขาวนวล (capitatum) ยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร ผลสีเขียวยาวประมาณ 1-1.3 เซนติเมตร เมื่อสุกแก่จะเป็นสีเหลือง ภายในมีเมล็ด 2-4 เมล็ด แต่จะสมบูรณ์เพียง 1-2 เมล็ด (มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 7-8) ใบจะเกิดบนก้านใบที่ส่วนปลายสุดของต้นซึ่งแยกออกเป็น 3 แฉก (หรือ 3 ก้านใบ) แต่ละแฉกจะมี 2 ใบย่อย ซึ่งลักษณะใบย่อยนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของหัวพันธุ์ โดยต้นที่เกิดจากหัวบนใบและหัวใต้ดินขนาดเล็ก ตัวใบจะมีรูปร่างคล้ายใบหอก ต้นที่เกิดจากหัวใต้ดินขนาดใหญ่ 50 กรัมขึ้นใบ ตัวใบจะมีลักษณะเป็นริ้ว แต่ละริ้วจะมีเส้นใบที่แยกออกจากเส้นกลางใบ ริมใบจะมีสีเขียวอ่อน สีเขียวเข้ม หรือ สีเขียวอมชมพู (มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 6หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 26-27) บุกจะมีการเพิ่มขนาดของหัวใต้ดินในลักษณะการเติบโตแบบถ่ายหัว หัวที่เกิดใหม่จะเกิดซ้อนอยู่ด้านบนของหัวเดิมขนาดของบุกที่เติบโตเต็มที่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) นั้นใช้เวลา 4 ฤดูปลูก เมื่อปล่อยให้เติบโตเต็มที่อาจได้หัวบุกขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเส้นผ่าศูนย์กลางหัวถึง 30 ถึง 40 เซนติเมตร หรืออาจใหญ่กว่านี้ตรงกลางบุบลง แตกหัวย่อยประมาณ 5 – 10 หัวต่อต้น เมื่อให้การบำรุงรักษาที่เหมาะสม อาจได้หัวบุกที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 1 ถึง 35 กิโลกรัม โดยธรรมชาติการเติบโตพบว่าหัวบุกยิ่งมีอายุมากปี หัวบุกก็ยิ่งมีน้ำหนักมากขึ้น หัวก็ใหญ่ขึ้นตามลำดับ (บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 4, มาลินี พิทักษ์, 2539 : 44) บุกบางชนิดมีหน่อเกิดขึ้นระหว่างแฉกของใบย่อยซึ่งหน่อนี้ซึ่งอาจเรียกว่า หน่ออากาศ เพราะเกิดอยู่เหนือดิน เป็นหน่อที่ใช้สำหรับเป็นเชื้อพันธุ์บุกทุกชนิด มีดอกโผล่ขึ้นเป็นลำ ก้านตรงขึ้นมาจากหน่อใต้ดิน การขยายพันธุ์ของพืชชนิดนี้เป็นไปโดยการแตกหน่อลูกรอบหน่อแม่ (สำหรับบุกบางชนิด เช่น ชนิดที่พบที่จังหวัดนครราชสีมาที่เรียกว่าบุกหูช้าง บุกหัวช้าง หรือ กะบุก) สำหรับหน่อที่มีลักษณะกลมแป้นและกลมรูปทรงกระบอกนั้นมีหน่อลูกเกิดอยู่ส่วนรอบตอนบนของหน่อแม่ บุกบางชนิดมีหน่อลูกแยกทางด้านข้างมีลักษณะหน่อไหลแยกไปจากหน่อแม่ นอกจากการขยายพันธุ์ด้วยหน่อแล้วอาจใช้การเพาะเมล็ด หรือใช้เทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อในการขยายพันธุ์ก็ได้ (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2532 : 20 ,บุปผา เตชภัทรพร , 2535 : 4)

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบุก**

การจำแนกชนิดบุกได้มีการจำแนกโดยทั่วไปได้ถึง 90 ชนิด สำหรับประเทศไทยมีรายงานไว้ 10 ชนิดในสกุล *Amorphophallus* วงศ์ Araceae และในปี พ.ศ. 2524 นักวิชาการกองพฤกษศาสตร์และวัชพืชได้สำรวจพบเพิ่มอีก 4 ชนิดที่จังหวัดกาญจนบุรี ตาก ปทุมธานี สุพรรณบุรี ลพบุรี และสระบุรี และวงศ์อื่นอีก 3 ชนิดซึ่งจัดให้เป็นบุกเทียม ดังนั้นในประเทศไทยได้มีการจำแนกชนิดของบุกไว้ทั้งหมด 20 ชนิดดังแสดงในตารางที่ 1 (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา , 2532 : 24-25 , บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 7-9)

| | |
|---|---|
| ชื่อไทย | บุก มันบุก มันกะบุก มันหูช้าง มันเท้าช้าง หัวบุก |
| ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ | Elephant Yam |
| | Elephant foot Yam |
| | Elephant Bread |
| | Sweet Yam |
| | Suran |
| ชื่อวิทยาศาสตร์ | *Amorphophallus spp.* |
| ชื่อวงศ์ | *Araceae* |
| ชื่ออื่น ๆ | Anto , tigi (ฟิลิปปินส์) |
| | Arsaghna , Balukund Zaminkund (อินเดีย) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chena หรือ Karak – Kavanai (มาเลเซีย)

Ilis – Ilis , Kand Godda (อินโดนีเซีย)

Koe (โปลินีเซีย)

Ol (อัสสัม)

Konjuc , Konniaku , Konyaku (ญี่ปุ่น)

Mo – yu (จีน)

Ol Kuchu (บังคลาเทศ)

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกชนิดบุกในประเทศไทย

| ชื่อทั่วไป / ชื่อพื้นเมือง | ชื่อวิทยาศาสตร์ | วงศ์ |
|---|---|---|
| บุก หรือ บุกคางคก มันชูรัน | *Amorphophallus campanulatus Bl. ex.* | Araceae |
| เบีย , เบือ (เหนือ) หัวบุก (ใต้) | *Decme.* | Araceae |
| บุก (นครศรีธรรมราช) | *Arisaema pattaninsis Gapnep.* | Araceae |
| บุกกระเดือ (นครสวรรค์) | *Amorphorphallus linearis Gahnep.* | Araceae |
| บุกเกลี้ยง หรือคอกก้าน (เหนือ)เคียง (แม่ฮ่องสอน) | *Amorphophallus bulbifera Bl.* | Araceae |
| คางคกเขา (เหนือ) | *Amorphophallus corrugatus N.E. Br.* | Araceae |
| บุกเขาหรือบุกอีรอก (อุบลราชธานี นครศรีธรรมราช) | *Pseudodracontinum Kerrii Gangnep.* | Araceae |
| บุกคางคก (ตรัง) | *Arisaema chumponese Gagnep.* | Araceae |
| บุกคางคก (เหนือ) หรือบุกหนาม | *Amorphophallus rex Plain ex. Hook f.* | Araceae |
| บุกหลวง | | |
| บุกเครือ หรือกาบังดวย (ลำปาง) | *Erycibe paniculata Roxb.* | Convolvucea |
| บุกด่าง (เหนือ) | *Amorphorphallus Kerrii N.E. Br.* | Araceae |
| บุกแดง (สระบุรี) อีหลอก (เลย) | *Amorphophallus putii Gagnep.* | Araceae |
| บุกตีนฮุ่ง (เชียงใหม่) | *Arosaema erubescens Schott.* | Araceae |
| บุกเตียง (นครศรีธรรมราช) | *Arisaema petiolatum Gagnep.* | Araceae |
| บุกเตียงเขา (ชุมพร) | *Arisaema siamicum Gagnep.* | Araceae |
| บุกหยวก (นครศรีธรรมราช) | *Santiria conferta Benneth.* | Berseraceae |
| บุกรอ (สระบุรี) | *Amorphophallus saraburiensis Gagnep.* | Araceae |
| บุกฤาษี หรือคดหิน (ใต้) | *Tacca palmata Bl.* | Taccaceae |
| บุกหิน (ตรัง) | *Arisaema fimbriatum Mast.* | Araceae |
| บุกหูช้าง หรือบุกหัวช้าง กะบุก (นครราชสีมา) | *Amorphophallus Koratensis Gagnep.* | Araceae |
| บุกอีรอกเขา (สระบุรี) | *Amorphophallus brevispathus Gagnep.* | Araceae |

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร (2535 : 8-9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2 แป้งบุก**

**2.2.1 การผลิตแป้งบุก**

หัวบุกสดโดยทั่วไปจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 80-90 % และส่วนที่เป็นของแข็ง 10-20 % ซึ่งในส่วนที่เป็นของแข็งประกอบด้วย ส่วนอนุภาคขนาดหยาบ (Coarse Konjac flour component) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ $2 \times 10^{-2}$ มิลลิเมตร ประมาณ 60-80% โดยส่วนใหญ่เป็นกลูโคแมนแนน หรือที่นิยมเรียกว่า คอนยักแมนแนน (Konjac mannan) และส่วนอนุภาคขนาดละเอียด (Fine powder หรือ tachiko component) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า $1\times10^{-2}$ มิลลิเมตรประมาณ 20-40 % โดยอนุภาคส่วนหลังนี้จัดเป็นสารเจือปน (tachiko component) ที่ต้องกำจัดออก ได้แก่ แป้ง (Starch)โปรตีน และสารระคายเคือง (irritant) เป็นต้น (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค, 2540 : 5)

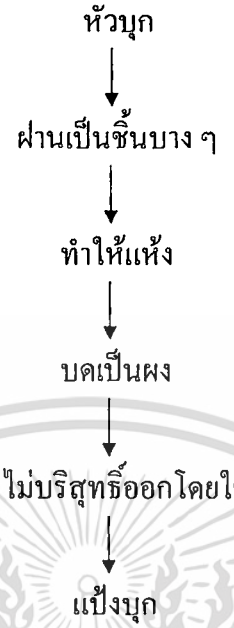
**การผลิตแป้งบุกสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธี คือ**

**1. การผลิตแบบแห้ง (traditional method or dry method)**

วิธีการผลิตคือ นำหัวบุกมาหั่นเป็นแผ่นบางมีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปทำแห้งให้ความชื้นเหลือประมาณ 15% โดยน้ำหนัก ซึ่งการทำแห้งนั้นอาจทำได้โดยการตากแดดหรืออบโดยใช้อากาศร้อน หัวบุกที่แห้งแล้วจะนำไปบดให้อนุภาคแยกออกจากกัน โดยใช้เครื่อง Stamp mill จากนั้นทำการแยกแป้งผงบุกและส่วนที่เป็นสารไม่บริสุทธิ์ออกจากกัน ด้วยเครื่องเป่าแยกด้วยลม (air classification) แผนภาพขบวนการผลิตสรุปได้ดังภาพที่ 1

วิธีนี้ไม่นิยมใช้เนื่องจากมีข้อเสีย คือ หัวบุกที่นำไปทำแห้งจะมีลักษณะแข็ง เมื่อนำไปทำการบดให้อนุภาคแยกออกจากกันทำได้ยาก แป้งบุกที่ได้มีสารไม่บริสุทธิ์ปนอยู่มาก ทำให้ใช้เวลาในกระบวนการบดให้อนุภาคแยกออกจากกันนานขึ้น และผลผลิตผลบุก (yield) ที่ได้จากวิธีนี้ต่ำ เนื่องจากในขั้นตอนแยกสารไม่บริสุทธิ์ออก โดยใช้เครื่องเป่าแยกด้วยลมนั้นส่วนที่เป็นแป้งบุกจะติดไปกับส่วนที่เป็นสารไม่บริสุทธิ์มากเกินไป ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่1 กระบวนการผลิตแป้งบุกแบบแห้ง (dry method)

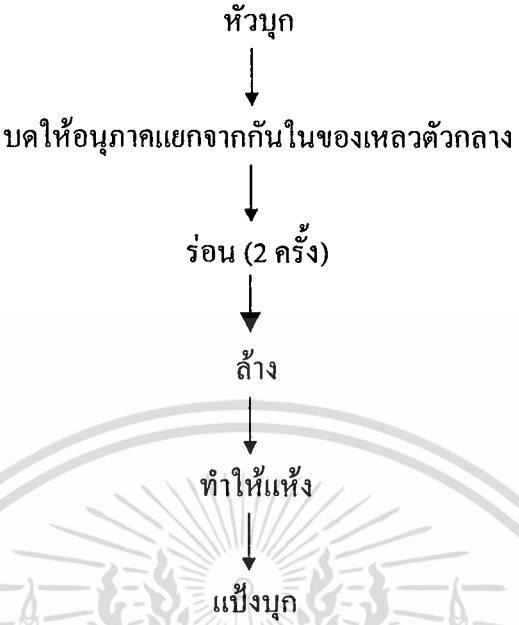
ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 19-21

**2. การผลิตแบบเปียก (Conventional wet method)**

วิธีการผลิตทำได้โดยนำหัวบุกไปทำการบด ให้อนุภาคแยกออกจากกันในตัวกลางที่เป็นของเหลว (Pulverizing medium) ซึ่งอาจเป็นน้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ ที่ละลายน้ำได้ (watermiscible organic solvent) เช่น เอธิลแอลกอฮอล์ ที่เติมโซเดียมซัลไฟต์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี จากนั้นทำการแยกอนุภาคแป้งบุกออกจากสารไม่บริสุทธิ์โดยการร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100-120 เมช* และทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการล้างแป้งบุกด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 70 % จนได้แป้งบุกที่มีสีค่อนข้างขาวหรือถ้าเป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะมีการใช้เครื่องมือบางอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ hammer mill centrifugal settling machine polisher และ differential specific gravity settling tank มีระบบนำเอธิลแอลกอฮอล์กลับมาใช้ใหม่ได้อีก จากนั้นจึงนำไปทำการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 80-90 $^{\circ}C$ เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง หรือจนกว่าแป้งบุกจะมีลักษณะที่แห้ง แผนภาพกระบวนการผลิตสรุปได้ ดังภาพที่ 2

(*เมช หน่วยบอกขนาด หมายถึง จำนวนรูใน 1 ตารางนิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตแป้งบุกโดยวิธีแบบเปียก

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 21-22

วิธีนี้ยังไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำและคุณภาพไม่สม่ำเสมอกัน ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากมีสารไม่บริสุทธิ์ติดอยู่ที่ผิวของอนุภาคแป้งบุกเป็นปริมาณมากเป็นสาเหตุให้คุณสมบัติการรวมตัวกับน้ำ (Hydrophilic) ของแป้งบุกลดลง จึงทำให้แป้งบุกที่ผลิตได้มีคุณภาพไม่ดี แต่วิธีนี้มีข้อดีกว่าการผลิตแบบแห้ง คือปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้สูงกว่าและเวลาที่ใช้ในการผลิตนั้นสั้นกว่า (บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 22)

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการผลิตแป้งบุกแบบแห้งและการผลิตแบบเปียก

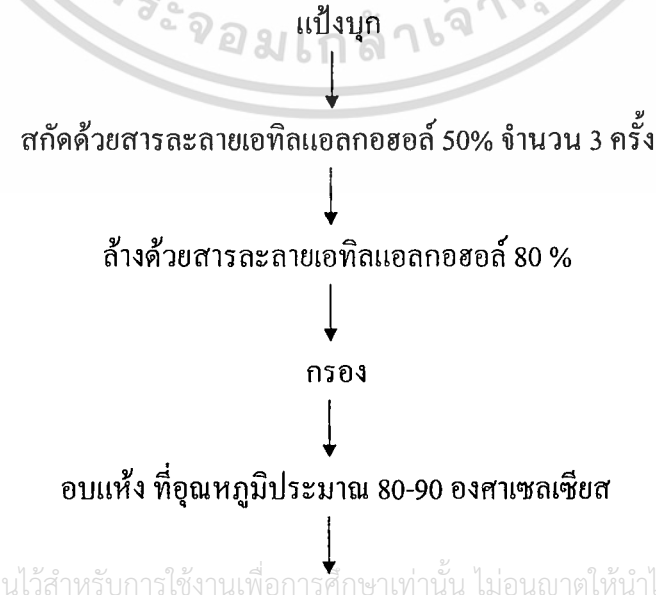
| คุณสมบัติ | การผลิตแป้งบุกแบบแห้ง | การผลิตแป้งบุกแบบเปียก |
|---|---|---|
| ลักษณะผงบุก | แห้ง และ แข็ง กระด้าง | เป็นผง เม็ดร่วน กรอบ |
| การปนเปื้อนของสาร | มีการปนเปื้อนมาก | มีการปนเปื้อนอยู่มาก |
| ผลผลิตของแป้งบุก | ต่ำ | สูง |
| คุณสมบัติการรวมตัวกับน้ำ | รวมตัวกับน้ำได้ | รวมตัวกับน้ำได้น้อย |
| อนุภาคของแป้งบุก | 40 เมช (425 ไมครอน) | 60 เมช (250 ไมครอน) |
| สีของแป้งบุก | สีน้ำตาล | สีขาว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

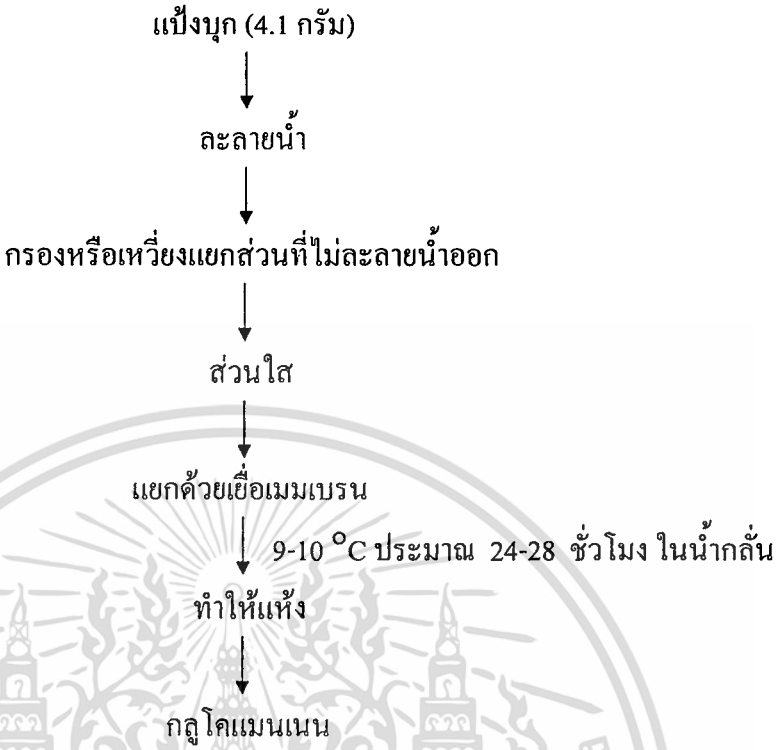
**3. การผลิตกลูโคแมนแนนชนิดบริสุทธิ์**

วัตถุประสงค์ของการผลิตกลูโคแมนแนนชนิดบริสุทธิ์ หรือคอนยักแมนแนน (Konjacmannan) หรือ กลูโคแมนแนน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์ซึ่ง มีการทดลองยืนยันว่า กลูโคแมนแนนที่บริสุทธิ์นี้ เป็นตัวที่ทำให้ระดับคลอเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดและความดันโลหิตลดลง (บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 27)

การศึกษากระบวนการทำแป้งบุกให้บริสุทธิ์โดยนำแป้งบุก 10 กรัม ไปทำการสกัดด้วยสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 50 % จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นล้างซ้ำด้วยสารละลายเอทานอล 80 % จะนำไปกรองและอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 80-90 $^{0}$C จะได้บุกที่มีน้ำหนักเหลือประมาณ 4.1 กรัม นำผงบุกไปละลายน้ำในอัตราส่วน 1 กรัม ต่อน้ำ 100-200 มิลลิลิตร ในขั้นตอนนี้ส่วนประกอบที่เป็นสารที่ละลายน้ำได้ เช่น กลูโคแมนแนน สารไม่บริสุทธิ์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำและเกลืออนินทรีย์จะละลายอยู่ในน้ำ ส่วนสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สตาร์ช (starch) หรือพวกเส้นใยต่าง ๆ จะลอยอยู่ในน้ำและถูกกำจัดออกไปโดยการกรองหรือการเหวี่ยง (centrifuge) หลังจากทำการแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกไปแล้ว นำสารละลายส่วนใสไปทำการแยกสารไม่บริสุทธิ์ที่ละลายน้ำได้และสารอนินทรีย์ออกโดยใช้เยื่อเมมเบรน (dialysis) ซึ่งจะใช้ถุงเซลโลเฟน หรือเซลลูโลสเมมเบรน ทำการแยกในน้ำกลั่น ประมาณ 24-28 ช.ม. และเมื่อครบกำหนดเวลาสารละลายที่ได้จากการแยกด้วยเยื่อเมมเบรนจะนำมาทำแห้ง โดยใช้เครื่องระเหิดด้วยความเย็น (lyophillzed or freeze - drying) ภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ -20 $^{\circ}$C เป็นเวลา 30 ช.ม. ในที่สุดจะได้ผงบุกที่บริสุทธิ์ (Konjac mannan) มีลักษณะสีขาวเหมือนฝ้าย เบาและพองน้ำได้ กระบวนการผลิตดังกล่าวสรุปได้ ดังภาพที่ 3




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตกลูโคแมมแนนชนิดบริสุทธิ์ (konjac mannan of Glucomannan)
ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 27-29

**2.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งบุก**

1. มีสีขาวเหมือนปุยฝ้าย เบา
2. เมื่อละลายน้ำ จะให้สารละลายใส โปร่งแสงและมีความหนืด
3. มีความสามารถในการเกิดเจลได้
4. เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟาเรด แอบซอร์บชั่น พบว่าแป้งบุกที่บริสุทธิ์ มีค่าการดูดซับแสงอินฟาเรดที่ 890 $cm^{-1}$ และ 870 $cm^{-1}$

ได้ทำการสรุปคุณสมบัติแป้งบุกที่บริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแป้งบุก ก่อนการนำไป ทำให้บริสุทธิ์ ดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติที่ดีของแป้งบุกที่บริสุทธิ์ เปรียบเทียบกับแป้งบุกก่อนนำไปทำให้บริสุทธิ์

| คุณสมบัติ | แป้งบุกบริสุทธิ์ | แป้งบุกเริ่มต้น |
|---|---|---|
| ความสามารถในการละลายน้ำ | ละลายได้ | ละลายได้ |
| ความสามารถในการเกิดเจล | ยังคงมีอยู่ | ยังคงมีอยู่ |
| ความสามารถในการละลายใน NaOH 2% | ไม่ละลาย | ไม่ละลาย |
| ความสามารถในการรีดิวส์ | ไม่พบ | พบ |
| เมื่อทำการปฏิกริยากับสารละลายไอโอดีน | ไม่เกิดปฏิกริยา | เกิดปฏิกิริยา |

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 28-34

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพผงบุกที่ผลิตในประเทศไทย

| ผงบุกขนาด 70-80 MESS (K.P.3) | ผงบุกขนาด 90-100 MESS (K.P.4) |
|---|---|
| - มีความเหนียว (VISCOSITY) สูงไม่น้อยกว่า 25,000 C.P.S<br>- มีปริมาณกำมะถันเจือปนอยู่ไม่เกิน 500 PPM ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค<br>- มีปริมาณแป้งเจือปนอยู่ไม่เกิน 0.20 เปอร์เซ็นต์ ต่อกรัม<br>- มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์<br>- เหมาะที่จะใช้ผสมในอาหาร ,บรรจุแคปซูล<br>- จะมีการพองตัวที่ช้ากว่า K.P.4 และ 5 แต่จะคงสภาพความเป็นวุ้นได้นานกว่า | - มีความเหนียว (VISCOSITY) สูงไม่น้อยกว่า 25,000 C.P.S<br>- มีปริมาณกำมะถันเจือปนอยู่ไม่เกิน 500 PPM ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค<br>- มีปริมาณแป้งเจือปนอยู่ไม่เกิน 0.15 เปอร์เซ็นต์ ต่อกรัม<br>- มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์<br>- เหมาะที่จะใช้ทำผงชงดื่ม , ผสมอาหารที่ต้องการ การพองตัวที่รวดเร็ว<br>- จะมีการพองตัวเร็วกว่า K.P.3 |

ที่มา : บริษัท สยามคอนยัค จำกัด

**2.2.3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งบุก**

องค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกทั้งที่เป็นผงบุกและหัวบุกจะมีองค์ประกอบทางเคมีด้านต่าง ๆ คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ความชื้น ซึ่งในหัวบุกที่อายุอ่อนจะมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูงถึง 19 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อหัวบุกมีอายุมากขึ้นปริมาณโปรตีนในหัวสดจะน้อยลงคือ ในบุกที่มีอายุตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไปปริมาณโปรตีนจะมีอยู่ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะเพิ่มมากขึ้น คือจะมีปริมาณที่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำหัวบุกที่มีอายุมากกว่า 2 ปีมาทำการสกัดเป็นผงบุกด้วยวิธีการสกัดแบบเปียก และ การสกัดแบบแห้งปรากฏว่าผงบุกที่ได้ทั้ง 2 วิธีมีองค์ประกอบทางเคมี (โดยน้ำหนักแห้ง) ไม่แตกต่างกันคือ ปริมาณโปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเส้นใยประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้าประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกสดกับผงบุกจะพบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้าลดลงเนื่องจากสารที่มีอยู่ในหัวบุกที่ผ่านการสกัดจัดเป็นสารไม่บริสุทธิ์ในหัวบุกซึ่งจะถูกกำจัดออกไปในระหว่างกระบวนการผลิตของบุก องค์ประกอบทางเคมีทางด้านโปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้าจึงมีค่าลดลง แต่ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นซึ่งจะเป็นปริมาณกลูโคแมนแนนในบุกที่บริสุทธิ์ขึ้นโดยแสดงในตารางที่ 5 (บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 63) และได้พบว่าองค์ประกอบหลักซึ่งเป็นสารสำคัญในพืชตระกูลบุกคือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งจัดเป็นโพลิแซ็กคาร์ไรด์ (prolysaccharices) ที่มีขนาดโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยน้ำตาล 2 ชนิด คือ ดี-กลูโคส (D-glucose) และ ดี-แมนโนส (D-mannose) เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพในรูปของใยอาหาร (dietary fiber) (วัฒนา วิริวุฒิกร , 2540 : 44 , เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 3) และก่อตัวเป็นเส้นใย ว่าเป็นสารสำคัญชนิดหนึ่งต่างจากสตาร์ชที่สะสมในเมล็ดธัญพืช หรือพืชหัวอื่น ๆ โดยสตาร์ชของพืชเหล่านี้เป็นสารประเภทอะมิโลส และ อะมิโลเพคติน ที่โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส แต่กลูโคแมนแนนเป็นโครงสร้างต่อเนื่องของน้ำตาลแมนโนสและน้ำตาลกลูโคส ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือเมื่อถูกน้ำจะพองตัวได้ 20-30 เท่า แป้งกลูโคแมนแนนที่สะอาดบริสุทธิ์จะมีสีขาวไม่มีกลิ่น เมื่อผสมกับน้ำจะขยายตัวมีลักษณะเป็นวุ้น เมื่อบริโภคแล้วจะต้องดื่มน้ำตามมาก ๆ เพื่อให้กลูโคแมนแนนที่ได้บริโภคไปนั้นเกิดการพองตัวหรือขยายตัว ทำให้เมื่อรับประทานอาหารลงไปแล้วจะทำให้รู้สึกอิ่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภคที่ต้องการจะควบคุมน้ำหนัก และรูปร่างให้สมส่วน และลดปริมาณโคเลสเตอรอล ลดปริมาณไขมันเพื่อต้องการรักษาสุขภาพให้อยู่ในระดับดีตลอดไป (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 3 , อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2540 : 37)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกสดและผงบุก

| ตัวอย่าง | เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแห้ง) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความชื้น | โปรตีน | ไขมัน | เส้นใย | เถ้า | คาร์โบไฮเดรต |
| บุกสด * | 77.67 | 19.00 | 1.99 | 7.62 | 17.08 | 54.65 |
| ผงบุกตากแดด** | 12.82 | 3.13 | 0.39 | 2.44 | 1.93 | 92.11 |
| ผงบุกอบแห้ง** | 10.98 | 3.28 | 0.37 | 2.37 | 1.66 | 92.31 |
| ผงบุกสกัดด้วยเอทานอล50%** | 10.02 | 2.85 | 0.32 | 2.57 | 1.59 | 92.67 |
| ผงบุกสกัดด้วยเอทานอล95%** | 9.87 | 2.30 | 0.27 | 2.99 | 1.47 | 92.97 |

หมายเหตุ * หัวบุกสดอายุประมาณ 1 ปี

** ผงบุกที่ได้จากหัวบุกสดอายุมากกว่า 2 ปี

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 64

จากการหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกสดและผงบุกที่สกัดได้ พบว่าในหัวบุกสดที่มีอายุประมาณ 1 ปี นั้นจะมีความชื้น 77.67 เปอร์เซ็นต์ และองค์ประกอบอื่น (โดยน้ำหนักแห้ง) ได้แก่ โปรตีน 19.00 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.99 เปอร์เซ็นต์ เส้นใย 7.62 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 17.08 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 54.65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในหัวบุกที่มีอายุตั้งแต่ 2 ปี ขึ้นไป และผงบุกที่สกัดจากหัวบุกสดที่มีอายุมากกว่า 2 ปี พบว่าองค์ประกอบทางเคมี (โดยน้ำหนักแห้ง) ดังนี้คือ โปรตีนประมาณ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ไขมันมีปริมาณน้อยกว่า 1.00 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยหยาบประมาณ 3.00 เปอร์เซ็นต์ เถ้าประมาณ 2.00 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 8.00 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหัวบุก

| องค์ประกอบของบุก | ชนิดและประเภทของบุก | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | บุกบ้าน (จังหวัดนครราชสีมา) | บุกป่าชนิดก้านใบมีหนาม A.campannulatus Bl.ex | บุกป่าชนิดก้านใบไม่มีหนาม | บุกสดอายุ 1 ปี (โดยน้ำหนักแห้ง) | บุกสดอายุ 2 ปี (โดยน้ำหนักแห้ง) |
| ความชื้น | - | - | 85.0-87.9% | 77.67% | - |
| โปรตีน | 5-6% | 1.2-5.1% | 2.5-3.4% | 19.00% | 3.00% |
| ไขมัน | - | 0.4-2.1% | 0.36-0.58% | 1.99% | น้อยกว่า 1.00% |
| เส้นใย | - | - | 4-7% | 7.62% | 3.00% |
| เถ้า | - | - | - | 17.08% | 2.00% |
| คาร์โบไฮเดรท | - | - | - | 54.65% | มากกว่า 8.00% |
| แป้ง | 67% | 18-18.4% | 2.7-3.3% | - | - |
| แคลเซี่ยม | - | 50 mg/100 g | - | - | - |
| ฟอสฟอรัส | - | 20 mg | - | - | - |
| เหล็ก | - | 0.6 mg | - | - | - |
| วิตามินเอ | - | 432 ไอ.ยู | - | - | - |
| ไทอามัน | - | 60 mg | - | - | - |
| วิตามินบี2 | - | 75 mg | - | - | - |
| สารแมนแนน | - | 9 % | - | - | - |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ตารางที่ 7 แสดงคุณค่าอาหาร (NUTRIRION LABELLING) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบุกผงสำเร็จรูป รสต่าง ๆ

| NURRITION VALUE OF KONJAC POWDER BEVERAGE , LEMON , ORAGE , STRAWBERRY , PINEAPPLE FLAVOUR PER 100 G | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | LEMON | ORAGE | STRAWBERRY | PINEAPPLE |
| MOISTURE | 2.24 G | 2.43 G | 2.70 G | 2.74 G |
| PROTEIN (N X 6.25) | 0.58 G | 0.40 G | 0.47 G | 0.36 G |
| TOTAL FAT | 1.05 G | 1.34 G | 0.69 G | 0.92 G |
| TOTAL DIETARY FIBER | 16.80 G | 16.29 G | 18.69 G | 19.18 G |
| ASH | 2.48 G | 1.08 G | 1.15 G | 2.79 G |
| TOTAL CARBOHYCRATE | 93.65 G | 94.75 G | 94.99 G | 93.19 G |
| CALORIES | 386.37 G | 392.66 G | 388.05 G | 382.48 G |
| TOTAL SUGARS | 59.96 G | 74.61 G | 75.95 G | 81.43 G |
| FAT COMPOSITION | | | | |
| SATURATED FAT | 0.20 G | 0.27 G | 0.09 G | 0.10 G |
| CHOLESTEROL | 0.0 G | 0.0 G | 0.0 G | 0.0 MG |
| SODIUM AS NA | 580.03 MG | 112.78 MG | 118.40 MG | 709.27 MG |
| VITAMIN A | 26.61 IU* | 14.67 IU* | 8.77 IU* | 18.60 IU* |
| VITAMIN C | 0.0 MG | 0.0 MG | 0.0 MG | 0.0 MG |
| CALCIUM AS CA | 19.67 MG | 17.97 MG | 19.93 MG | 17.97 MG |
| IRON AS FE | 3.21 MG | 2.13 MG | 2.15 MG | 2.34 MG |

* INTERNATIONAL UNITS

ANALYSIS BY STRASBURGER & SIEGEL , INC., U.S.A.

ที่มา : บริษัท สหชลผลพืช จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36252

**2.3 โครงสร้างของกลูโคแมนแนนในแป้งบุก**

การศึกษาโครงสร้างทางเคมีของกลูโคแมนแนนจากแป้งบุกโดยการใช้กรดซัลฟิวริกและเอนไซม์ amylase ย่อยแป้งบุกและโดยการใช้เอนไซม์เซลลูเลสย่อยแป้งบุกแล้วนำไปทำการแยกส่วนโดยสรุปว่า กลูโคแมนแนนในแป้งบุกนั้นมีหน่วยต่อเนื่องของโมเลกุลน้ำตาล (repeating unit) 2 แบบ คือ

กลูโคแมนแนน A ; -G-G-M-M-M-M-G-M

กลูโคแมนแนน B ; -G-G-M-G-M-M-M-M

เมื่อ G แทนหน่วยของน้ำตาล ดี-กลูโคส

M แทนหน่วยของน้ำตาล ดี-แมนโนส

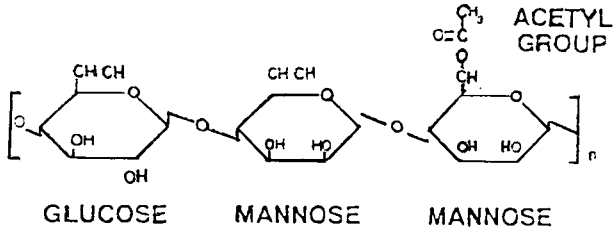
\- แทน พันธะ บีตา 1,4 ไกลโคซิดิก

และพบว่าในกลูโคแมนแนน A มีหน่วยต่อเนื่องของโมเลกุลน้ำตาล ดี-แมนโนส 10-13 หน่วย และกลูโคแมนแนน B มีหน่วยต่อเนื่องของโมเลกุลน้ำตาล ดี-แมนโนส 38-40 หน่วย และยังพบด้วยว่ากลูโคแมนแนนทั้งสองชนิดนี้มีส่วนประกอบบางช่วงของโครงสร้างเป็นน้ำตาลกาแล็กโตส แต่มีจำนวนน้อยกว่าน้ำตาลแมนโนส (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค, 2540 : 4-5 , บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 17-18)

การศึกษาโครงสร้างกลูโคแมนแนนจากแป้งบุก โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีเมทิเลชั่น (methylation analysis) ซึ่งพบว่ากลูโคแมนแนนมีโครงสร้างการแตกแขนงที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลแมนโนสและน้ำตาลกลูโคส (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค, 2540 : 4-5 , บุปผา เตชะภัทรพร 2540 : 17-18)

กลูโคแมนแนนประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนสและน้ำตาลกลูโคส ในอัตราส่วนโมลน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกลูโคส 3 : 2 เชื่อมต่อด้วยพันธะบีตา 1,4 ในโมเลกุลเส้นตรงของกลูโคแมนแนนนี้มีกลุ่มแอซีทิล (Acetyl groups) กระจายอยู่อย่างไม่มีแบบแผน โดยปกติจะพบกลุ่มแอซิทิล 1กลุ่มต่อน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลแมนโนส 19 หน่วย โครงสร้างนี้แสดงดังภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 4 โครงสร้างบางส่วนของกลูโคแมนแนนในแป้งบุก
ที่มา : เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 5 , บุปผา เตชะภัทรพร , 2535 : 18

**2.2.6 คุณสมบัติบางประการของแป้งบุก**

แป้งบุกจะมีคุณสมบัติหลายประการ เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด สามารถเกิดเจลได้ หรือ ใช้เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) หรือสารอิมัลชั่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการเลือกใช้และลักษณะของผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติบางประการที่น่าสนใจได้แก่

**ก. ความข้นหนืด (water thickening)**

เมื่อนำแป้งบุกมาละลายน้ำ อนุภาคของแป้งจะดูดซับน้ำเข้าไว้ แล้วเกิดการพองตัว ทำให้ได้สารละลายที่มีความข้นหนืดเพิ่มขึ้น ลักษณะโซล (sol) ของแป้งบุกจะเป็นแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) อัตราการดูดซับน้ำ (hydration) จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลา โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจะมีผลทำให้อัตราการดูดซับน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นการเพิ่มอัตราแรงเฉือนก็มีผลทำให้อัตราการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นด้วย (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 239)

**ข. การเกิดเจล (gel formation)**

การเกิดเจลของแป้งบุกโดยทั่วไปแล้วเจลที่ได้จากโพลีแซคคาไรด์อื่น ๆ เมื่อนำมาให้ความร้อนจนถึงระดับอุณหภูมิหนึ่ง ๆ เจลจะแตกหรือเกิดการแยกตัวของโครงสร้างตาข่ายโพลิเมอร์ (polymer network) ทำให้สูญเสียความเป็นเจลไปในภาวะที่มีด่างอ่อน ๆ เช่น โปแตสเซียมคาร์บอเนต แป้งบุกจะให้เจลที่ทนต่อความร้อน (thermal stability) และมีความแข็งแรงมาก และยังมีความคงตัวสูงแม้นำไปต้มในน้ำเดือด การให้ความร้อนซ้ำแก่เจลมีส่วนทำให้เจลมีความแข็งแรงและเสถียรภาพเพิ่มมากขึ้น การเกิดเจลของแป้งบุกสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 239-240)

1. การใช้ด่างในการเกิดเจล สารละลายด่างที่นิยมใช้ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และโปแตสเซียมคาร์บอเนต เจลที่ได้เป็นชนิดไม่ผันกลับโดยความร้อน ( thermal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

irreversible gel) แต่การใช้สารละลายด่างในการเกิดเจลนั้นทำให้เกิดปัญหาบางประการ เช่น เจลที่ได้มีค่า pH สูง มีกลิ่นด่างตกค้าง เกิดการสูญเสียน้ำได้ง่าย และขั้นตอนการเตรียมเจลค่อนข้างยาก ต้องอาศัยผู้ชำนาญพิเศษในการผสม นวด และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

2. การใช้ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อช่วยในการเกิดเจล

2.1 การเกิดเจลเมื่อใช้ร่วมกับแคปปา – คาราจีแนน (Kappa carrageenan) แคปปา – คาราจีแนน ทำให้สารละลายแป้งบุกเกิดเป็นเจลได้โดยเจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่น และผันกลับได้โดยความร้อน (thermal reversible gel) อัตราส่วนของปริมาณการใช้แป้งบุกร่วมกับแคปปา – คาราจีแนน มีผลทำให้ได้เจลที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน โดยอัตราส่วนระหว่างแคปปา – คาราจีแนน และกลูโคแมนแนนที่ให้เจลที่มีความแข็งแรงสูงอยู่ในช่วง 70 :30 ถึง 50 : 50

2.2 การเกิดเจลเมื่อใช้ร่วมกับแซนแทนกัม (xanthan gum) การใช้แป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัมจะทำให้เกิดเจลได้ เจลที่ได้จะเป็นเจลที่ไม่ผันกลับโดยความร้อน มีความยืดหยุ่น และมีความแข็งแรงของเจลจะแตกต่างกันไปขึ้นกับอัตราส่วนระหว่างกลูโคแมนแนน และแซนแทนกัม ที่ใช้โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมเป็น 60 :40 ถึง 50 : 50

**ค. การเกิดฟิล์ม (film formation)**

เมื่อสารละลายแป้งบุกเกิดการสูญเสียน้ำหรือนำไปทำแห้ง จะได้ฟิล์มที่มีลักษณะเหนียว (tough film) ซึ่งฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้มีเสถียรภาพทั้งในน้ำร้อน น้ำเย็น หรือ ในระบบที่เป็นกรดและด่างได้ดี และฟิล์มจะมีความคงตัวสูงแม้จะนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลาหลายชั่วโมงก็ตาม

ฟิล์มจากแป้งบุกจะมีลักษณะอ่อน (suppleness) และสามารถทำได้ทั้งฟิล์มในลักษณะโปร่งใส โปร่งแสง และทึบแสง การเพิ่มปริมาณของสาร humectant เช่น กลีเซอรีน มีผลทำให้ค่า film strength ลดลง แต่กลับมีผลให้ค่าลักษณะอ่อนตัวของฟิล์มเพิ่มขึ้น การแพร่ผ่านของน้ำ (water permeability) ในฟิล์มชนิดนี้ขึ้นกับสารที่เติมลงไปว่าจะเป็นแบบ hydrophilic หรือ hydrophobic material โดยอัตราการแพร่ผ่านของน้ำในฟิล์มจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ hydrophilic substance เช่น กลีเซอรีน และจะมีค่าการแพร่ผ่านของน้ำลดลงเมื่อใช้ hydrophobic substance เช่น น้ำมันข้าวโพด (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 240)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ง. ความหนืด (viscosity)**

แป้งบุกได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับแป้ง หรือใช้ร่วมกับกัมชนิดอื่น ๆ และสารให้ความคงตัว (stabilizer) เพื่อเพิ่มความหนืดของผลิตภัณฑ์โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นรส (organoleptic) แป้งบุกยังส่งผลให้ความหนืดของแป้งหรือไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ร่วมด้วยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก และรักษาค่าความหนืดของระบบให้คงที่ทั้งในกระบวนการให้ความร้อนและการทำให้เย็น เช่น การใช้แป้งบุกร่วมกับ modified waxy maize starch หรือใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งข้าวโพด (corn starch) เป็นต้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 240)

**2.4 ความสำคัญทางอุตสาหกรรมของบุก**

ชาวญี่ปุ่นและจีนได้แปรรูปอาหารจากหัวบุกบางชนิดให้มีลักษณะคล้ายวุ้น แล้วบริโภคมาแต่โบราณ โดยชาวญี่ปุ่นเชื่อว่าจะช่วยให้สุขภาพดีมีอายุยืน เมื่อวิทยาการก้าวหน้าขึ้นจึงได้ค้นพบว่าในหัวบุกนั้นมีสารสำคัญ ที่มีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและแมนโนส มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่ากลูโคแมนแนน เป็นสารใยอาหารธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นวุ้น ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกับวุ้นที่ได้จากพืชชนิดอื่น คือ มีความสามารถด้านการพองตัวในน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่มีข้อเสียเปรียบคือการคงตัวอยู่ไม่ได้นานเท่ากับวุ้นชนิดอื่น เช่น วุ้นที่ได้จากเมล็ดธัญญพืชหรือวุ้นกาแลกโตแมนแนนที่ได้จากสาหร่ายทะเล นอกจากนี้วุ้นกลูโคแมนแนนยังมีผลในเชิงการแพทย์เป็นที่ยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกคือเป็นวุ้นที่ไม่เพิ่มพลังงานและไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร จึงเป็นการเพิ่มปริมาณของเส้นใยอาหารรวมอยู่กับอาหารที่ร่างกายย่อยได้ โดยจะเป็นเมือกลื่นแทรกตัวอยู่โดยรอบขัดขวางการดูดซึม น้ำตาล โคเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ที่จะเข้าสู่กระแสโลหิต ซึ่งจะมีผลในด้านป้องกันบำบัดโรคที่สำคัญหลายชนิดในปัจจุบัน และเมือกลื่นของวุ้นกลูโคแมนแนนยังสลายตัวเป็นน้ำช่วยในการระบายของเสีย สารพิษตกค้างในระบบย่อยอาหารออกจากร่างกายได้ดีขึ้น จากเหตุผลดังกล่าวนี้กลูโคแมนแนนที่ได้จากบุก จึงมีคุณค่าอย่างยิ่ง คือเป็นทั้งอาหาร ยา และอาหารเสริมสุขภาพ ซึ่งกำลังเป็นที่น่าสนใจเสาะแสวงหาของผู้คนทั่วโลก ฉะนั้นความต้องการผลผลิตบุกที่ให้สารชนิดนี้ในอนาคตจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ (มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ , 2540 : 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การแปรรูปผลผลิตและผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม**

หัวบุกเนื้อทรายสามารถนำมาปรุงอาหารและแปรรูปผลผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้หลายระดับ คือ ตั้งแต่ระดับชาวบ้าน โดยชาวเงี้ยว ที่ อ. ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน จะนำหัวบุกมาปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้น ต้มในน้ำขี้เถ้าให้สุก แล้วนำมานวดด้วยน้ำธรรมดา จนเหนียวไม่คัน แล้วจึงนำไปปรุงอาหาร ชาวกะเหรี่ยง ที่ อ. แม่สอด จ. ตาก จะนำหัวบุกมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นต้มในน้ำที่เติมมะขามเปียก หรือ น้ำส้มสายชู จนสุกแล้วนำมาตำ หรือ ปั่นให้ละเอียด แล้วนำมานวดจนเป็นวุ้นเหนียว แล้วจึงเติมน้ำปูนใสลงไปคนให้เข้ากันทั่ว แล้วเทลงในแบบ จึงนำไปต้มหรือนึ่งให้สุกจะได้เป็นแท่งวุ้นคล้ายเต้าหู้ หรือแผ่นวุ้น นำมาตัดเป็นชิ้น ๆ คล้ายหมูสามชั้น ซึ่งมีวางขายในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ของทุกปี ชาวบ้านเรียกว่า "วาอุ" ตามภาษากะเหรี่ยง (มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ, 2540 : 14-15)

การแปรรูปทางอุตสาหกรรมสามารถทำได้โดยนำหัวบุกสดมาผ่านกระบวนการล้าง ขูดเอาเปลือกออก หรือ ปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปอบแห้ง หรืออาจจะผ่านขบวนการทางเคมีป้องกันการเปลี่ยนสีของเนื้อบุกจากการทำปฏิกริยากับออกซิเจนในอากาศ และสารเคมีป้องกันการพองตัวของกลูโคแมนแนนในเนื้อบุกเมื่อถูกน้ำ แล้วจึงนำไปอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส จะได้บุกแห้งที่ขาวกว่า ซึ่งเนื้อบุกแห้งนี้สามารถส่งจำหน่ายให้กับโรงงานที่มีเครื่องแยกผงกลูโคแมนแนนจากบุกแห้งได้ แต่ต้องทำความตกลงขั้นตอนการดำเนินงานให้แน่นอน เนื่องจากเคยมีปัญหาเกี่ยวกับเชื้อราในบุกแห้งที่เกิดจากการทำแห้ง หรือการเก็บรักษาบุกแห้งไม่ถูกวิธีก่อนส่งจำหน่าย จนในปัจจุบันโรงงานจะรับซื้อบุกสดแทนการซื้อบุกแห้ง จากเนื้อบุกแห้งนี้เมื่อได้แยกผงกลูโคแมนแนน แล้วจึงนำไปทำความสะอาดโดยล้างด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง ก่อนผ่านขบวนการทำแห้งอีกครั้ง ซึ่งบุกเนื้อทรายจะให้ผงกลูโคแมนแนนประมาณ 10 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของบุกสด ซึ่งผงกลูโคแมนแนนที่ได้สามารถส่งจำหน่ายไปยังโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากบุกได้อีกด้วย (มงคล เกษประเสริฐ และ อรนุช เกษประเสริฐ, 2540 : 15)

ปัจจุบันโรงงานในประเทศไทยสามารถทำผลิตภัณฑ์ได้อย่างครบวงจร ทั้งจากหัวบุกสด และจากผงกลูโคแมนแนน จึงมีผลิตภัณฑ์อาหารบุกกึ่งสำเร็จออกจำหน่ายในต่างประเทศและในประเทศ เช่น เส้นวุ้นบรรจุในถุง แท่งวุ้น ผงชงดื่มบรรจุซองกลิ่นผลไม้ และกลูโคแมนแนนบรรจุแคปซูล นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเป็นแหล่งใยอาหารในการทำผลิตภัณฑ์อีกหลายชนิด เช่น ไส้กรอก ลูกชิ้น เยลลี่ คุกกี้ พัฟ เป็นต้น (มงคล เกษประเสริฐ และอรนุช เกษประเสริฐ, 2540 : 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การใช้ประโยชน์จากแป้งบุก

### 1. การใช้เป็นอาหารโดยตรง

บุกจัดเป็นพืชพวกอาหารและสมุนไพรมีการนำก้านใบอ่อนและหัวใต้ดินมาปรุงเป็นอาหาร ยอดอ่อนที่ใบยังไม่คลี่นำมาต้มหรือผัด หรือนำมาทำขนมแบบเดียวกับขนมกล้วย ส่วนหัวบุก นำมาต้ม นึ่ง หรือปิ้ง แล้วนำมาทำแกงแบบต่าง ๆ ถ้าแก่จะมีลักษณะเหนียวนิยมใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ หัวบุกก่อนนำมาบริโภคนั้นจะต้องต้มด้วยน้ำเดือดก่อน มิฉะนั้นจะคัน เนื่องจากมีผลึกของแคลเซียมออกซาเลตอยู่ (เสาวภา บูรณวัฒนโชค , 2540 : 11)

ชาวญี่ปุ่น เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่รู้จักผลิตภัณฑ์โดยตรงจากแป้งบุกมานานแล้ว โดยนิยมนำแป้งบุกมาผลิตให้อยู่ในรูป บุกเส้น (vermicilli) หรือบุกก้อน (gel) ซึ่งรู้จักกันดีในนามของ "Konnyaku" ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้นนิยมใช้ด่างเป็นตัวทำให้เกิดเจล ดังนั้นก่อนที่จะนำมารับประทานควรนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งความเป็นด่างหมดไป แล้วจึงนำมาลวกด้วยน้ำเดือดอีกครั้ง สะเด็ดให้แห้ง ก่อนนำไปรับประทานหรือปรุงเป็นอาหารอื่นต่อไป และผลิตภัณฑ์จากบุกโดยที่มีการผลิตและวางจำหน่าย เช่น หมากฝรั่ง ขนมหวาน หรือ ก้อนซุปและเครื่องดื่มประเภทเส้นใย เป็นต้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 240 , เสาวภา บูรณวัฒนโชค , 2540 : 11)

### 2. การใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

2.1 ผลิตภัณฑ์ประเภทแยมและเยลลี่

สมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของแป้งบุกคือ มีความข้นหนืดและสามารถเกิดเจลได้เมื่อใช้ร่วมกับด่างหรือไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด เช่น แคปปา – คาราจีแนน หรือ แซนแทนกัม ทำให้นักเทคโนโลยีการอาหาร นำแป้งบุกมาผลิตแยมและเยลลี่ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสความแข็งแรงของเจลแตกต่างกันไปขึ้นกับวิธีการที่ใช้ โดยวิธีการแบบดั้งเดิมนิยมใช้ด่างเพื่อการเกิดเจลแต่อาจเกิดปัญหาบางประการ เช่น กลิ่นด่างตกค้าง กรรมวิธีการผลิตต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษและลักษณะของเจลที่ได้บางครั้งไม่เป็นที่ต้องการ การนำแซนแทนกัมมาใช้ร่วมกับแป้งบุกในการผลิตแยมและเยลลี่ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ เนื่องจากสามารถลดปัญหาเรื่องด่างและสามารถที่จะผลิตเยลลี่ทั้งในลักษณะ gelatin type และ pectin type และได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิต Konjac jelly และสามารถนำมาใช้เติมใน processed marine food และ processed meat foods เพื่อปรับปรุงกลิ่นรส รสชาติ ความอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์รวมทั้งยังได้เติมลงในโด (dough) ของขนมปัง และคุกกี้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรส และลักษณะบางประการดีขึ้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2539 :240-241 , เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (processed meat products)

ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก แฮม หมูยอ มีทโลฟ (meat loves) shu – mai terrine และลูกชิ้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมทั่วไปในกลุ่มผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะให้ค่าพลังงานสูง มีปริมาณไขมันมากแต่มีปริมาณเส้นใยอาหาร (dietary fiber) อยู่น้อยมากซึ่งในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะมีส่วนประกอบของไขมันในปริมาณที่สูงโดยไขมันที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์จะทำหน้าที่สำคัญต่อการเกิดอิมัลชั่นในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีความนุ่มเนื้อ (tenderness) มีความชุ่มน้ำ (juiciness) มีความยืดหยุ่น (springiness) และให้กลิ่นรสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ แต่การรับประทานเป็นปริมาณมากและเป็นประจำ อาจก่อให้เกิดภาวะที่ร่างกายได้รับพลังงานมากเกินไปและเกิดการขาดแคลนเส้นใยอาหาร อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคบางอย่างได้ เช่น อาจก่อให้เกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคอ้วน ระดับคลอเรสเตอรอลในเลือดสูงขึ้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2540 : 37 , เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 15) จึงได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยเน้นถึงการใช้สารทดแทนสารที่ให้พลังงานสูงในผลิตภัณฑ์อาหาร สารกลุ่มนี้ ได้แก่ ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) หรือกัม (gum) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืด (thickining agent) สารทำให้เกิดความคงตัว (stabilizing . agent) จะช่วยทำให้เกิดเสถียรภาพของอิมัลชั่น (emulsion stability) ซึ่งคุณสมบัติของสารเหล่านี้สามารถนำมาทดแทนคุณสมบบัติของไขมันได้ ซึ่งแป้งบุกมีคุณบัติดังกล่าวและสามารถนำมาใช้ในการทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้เช่นกันอีกทั้งยังเป็นตัวช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ด้วย (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2540 : 37 , เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 15-16)

2.3 ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ไม่เกิดเจล (unfelled processed food product)

แป้งบุกสามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหนืด และสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ไม่เกิดเจลโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น เช่น ไอศกรีม วิปปิ้ง ครีม meringues cheese spread cheese slices และ milk drink เป็นต้น การใช้แป้งบุกแทนคารอบกัม (carob gum) ในการผลิตไอศกรีมจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากแป้งบุกมีราคาที่ถูกกว่าและยังสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าได้อีกด้วย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการผลิตขึ้นซึ่งได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้โดยทั่วไปนิยมใช้แป้งบุกประมาณ 0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

ผลิตภัณฑ์ประเภท condiment เช่น mayonnaise cream spread ก็มีการใช้แป้งบุกเพื่อลดปริมาณไขมันโดยการเตรียมสารละลายแป้งบุกที่มีไขมันอยู่ 1-2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็น fat – like system ในการทำ reduced – fat condiments (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 241 , เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 16-17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้ง

ผลิตภัณฑ์พาสต้า (pasta product) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเสถียรภาพของอายุการเก็บ (shelf stability) แตกต่างกันไปขึ้นกับกระบวนการให้ความร้อนก่อนที่จะนำมาบริโภค ซึ่งบ่อยครั้งที่อาจเกิดปัญหาในเรื่องเนื้อสัมผัสหรือเกิดลักษณะที่ไม่ต้องการ การใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น และยังคงรักษาความรู้สึกทางปาก (mouthfeel) ของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการนำไปให้ความร้อนหลาย ๆ ครั้ง แป้งบุกยังถูกนำมาใช้ในการทำเส้นบะหมี่ก๋วยเตี๋ยวที่มีค่าพลังงานต่ำ (low – caloric noodles) ซึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จะมีค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เนื่องจากการผลิตที่ภาวะด่างมีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีกลิ่นด่างตกค้างอย่างมาก และกำจัดออกได้ยาก (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 241-242 , เสาวภา บูรณวัฒนโชค , 2540 : 17)

จากการทดลองใช้แป้งบุกในน้ำผลไม้พร้อมดื่มเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทสร้างเสริมสุขภาพ (functional food) โดยศึกษาถึงลักษณะปรากฏและความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ โดยแปรปริมาณแป้งบุกที่เติมลงในน้ำส้มและน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้น 14 Brix เป็น 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ 9-Point Hedonic scale (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 11-12 , อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2539 : 34-43)

ผลการทดลองปรากฏว่า ปริมาณแป้งบุกที่เหมาะสมในน้ำผลไม้ทั้งสองชนิดเป็น 0.2 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าระดับการใช้ปริมาณแป้งบุกที่ 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญ ผู้ทดสอบชิมมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดมากและจะรู้สึกถึงรสที่ค้างอยู่ในลำคอ (aftertaste) เล็กน้อยหลังจากบริโภค และผู้บริโภคให้ข้อคิดเห็นว่าลักษณะที่หนืดข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพียงเล็กน้อยช่วยเพิ่มรสชาติและลักษณะปรากฏของน้ำกระเจี๊ยบไปในทางที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับน้ำกระเจี๊ยบธรรมดา (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2539 : 34-43 , เสาวภา บูรณวัฒนโชค , 2540 : 11-12)

**3. การใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์**

จากการทดลองพบว่าแป้งบุกบริสุทธิ์มีประโยชน์ทางด้านการแพทย์ ในแป้งบุกจะประกอบด้วยกลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยอาหาร (dietary fiber) โดยการรับประทานแป้งบุกเป็นประจำในปริมาณ 0.1-1.0 กรัมต่อน้ำหนักตัวของผู้บริโภคหนึ่งกิโลกรัม จะมีผลช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลระดับไขมันในเส้นเลือด บำบัดอาการท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผูก และยังสามารถใช้สำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วน หรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักตัว โดยไม่มีผลข้างเคียงต่ออวัยวะอื่น ๆ ในร่างกาย เช่น กระเพาะอาหาร ตับ หรือไต

ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการผลิตแป้งบุกบริสุทธิ์บรรจุซอง (ซองละ 1.5 กรัม) ภายใต้ชื่อการค้าว่า Hi – MannanR สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักตัวโดยรับประทานวันละ 1-3 ซอง ก่อนอาหารมื้อนั้น ๆ เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วแป้งบุกจะดูดซับน้ำย่อยได้ในกระเพาะและเกิดการพองตัวทำให้ลดความอยากอาหารและทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มโดยไม่ให้พลังงานต่อร่างกาย (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 17 , อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 242)

การรับประทานแป้งบุกเป็นประจำ นอกจากจะลดระดับโคเลสเตอรอลแล้วยังมีผลทำให้ระบบย่อยอาหารในร่างกายทำงานอย่างปกติ รวมทั้งกระบวนการไฮโดรไลซิสแป้งบุกจะทำให้ได้โอลิโกแซคคาไรด์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมักจะเป็นกลุ่มตั้งแต่ไดแซคคาไรด์จนถึงเฮกซะแซคคาไรด์ น้ำตาลกลุ่มดังกล่าวจะมีผลส่งเสริมต่อการเจริญและกิจกรรมของ bifidobacteria ในลำไส้มนุษย์ (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2538 : 242)

**ประโยชน์ของใยอาหารที่พบในกลูโคแมนแนนมีผลดีต่อสุขภาพมนุษย์ 4 ประการคือ** (เสาวภา บูรณวัฒนาโชค , 2540 : 17-34)

1. ใยอาหารมีผลป้องกันและรักษาโรคหัวใจเกี่ยวกับการตีบตันของเส้นโลหิต ลดความดันโลหิต ลดปริมาณไขมันและคลอเรสเตอรอลในเส้นเลือด
2. ประโยชน์ในการรักษาโรคเบาหวาน ช่วยลดระดับน้ำตาลในเส้นเลือดและอินซูลิน
3. กลูโคแมนแนนมีผลบรรเทาอาการท้องผูกและลดการเกิดมะเร็งลำไส้ ช่วยขจัดสารพิษและก๊าซพิษออกจากร่างกาย ลดการเกิดโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ
4. ใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักหรือ สำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วน
5. การใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น การทำโลชั่นบำรุงผิว เป็นต้น

**4. การใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม** (จรัล เห็นพิทักษ์ , 2537 : 7)

4.1 อุตสาหกรรมทำกาว , สีทนน้ำ

4.2 ใช้เป็น emulsifier ในอุตสาหกรรมหลาย ๆ อย่างเพราะสารกลูโคแมนแนนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายน้ำได้ดีขึ้น

4.3 ใช้เป็น Gel – filtrating agent

4.4 ใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น เครื่องสำอาง เป็นต้น

4.5 ใช้ในอุตสาหกรมทำปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5 ลูกชิ้น**

**ลูกชิ้น** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เฉพาะเนื้อสัตว์บดผสมกับน้ำแข็งและเกลืออาจมีการเติมเครื่องปรุงรสอื่น ๆ ระหว่างการบดผสมต้องให้อุณหภูมิเย็นจัดไม่เกิน 4 °ซ แล้วบีบและตักเป็นลูกลงต้มในน้ำร้อน

ส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้น

**1. เนื้อสัตว์** เป็นส่วนของเนื้อเยื่อจากสัตว์ที่สามารถบริโภคเป็นอาหารได้ แบ่งได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1.1 เนื้อแดง (red meat) คือ เนื้อเยื่อที่ได้จาก โค กระบือ สุกร แกะ

1.2 เนื้อสัตว์ปีก (poultry meat) คือ เนื้อเยื่อจากสัตว์ปีกที่มนุษย์นำมาเลี้ยงเพื่อบริโภค ได้แก่ ไก่เป็ด ไก่งวง ห่าน เป็นต้น

1.3 เนื้อจากสัตว์น้ำ คือ เนื้อเยื่อจากสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม ได้แก่ ปลา หอย ปูและสัตว์น้ำอื่น ๆ

1.4 เนื้อสัตว์ป่า (game meat) คือ เนื้อเยื่อจากสัตว์ป่าทุกชนิดที่มนุษย์ล่ามาเพื่อบริโภคหรือเพื่อเป็นการพักผ่อน (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529 : 4)

เนื้อสัตว์มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือ โปรตีน นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสัตว์ยังคล้ายคลึงกับองค์ประกอบของเนื้อเยื่อในร่างกายของมนุษย์มาก ดังนั้นโปรตีนจากเนื้อสัตว์จึงถูกย่อยได้ง่ายและดูดซึมเอาไว้ในร่างกายในอัตราเร็ว และปริมาณที่มากกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ ยกเว้นนม เนื้อสัตว์มีโปรตีนที่มีคุณภาพ มีกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) อย่างครบถ้วน ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น ได้แก่ Phenylalanine, Isoleucine, Leucine, Valine, Threonine, Methionine, Tryptrophane และ Lysine ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโต (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529 : 7)

โปรตีนจากเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ได้จากกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เส้นใยฝอย (myofibril) หรือเรียกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) โปรตีนเหล่านี้รวมเรียกกันว่า โปรตีนซาโคพลาสมิก (sarcoplasmic protein) โปรตีนกลุ่มนี้จะประกอบไปด้วย คอลลาเจน (collagen)โดยมีอิลาสติน (elastin) รวมอยู่ในปริมาณต่ำ โปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ สามารถให้ปริมาณโปรตีนประมาณ 56 กรัมต่อวัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องบริโภคโปรตีนทุกวัน (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529 : 9)

โปรตีนมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ (WHC : water holding capacity)ดังนั้นจึงทำให้เนื้อมีลักษณะนุ่มรสชาติดี เนื้อมีสีสด WHC มีผลต่อคุณภาพของเนื้อในการแปรรูป โปรตีนช่วยให้ไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในลักษณะอิมัลชั่นและช่วยให้อาหารคงรูป การเกิดอิมัลชั่นในลูกชิ้นและเป็นอีมันชั่นประเภทไขมันในน้ำ (oil in water emulsion) โดยมีไขมันเป็นตัวกระจาย (disperse phase) ส่วนน้ำเป็นตัวถูกแทรก (continuous phase)ซึ่งปกติน้ำกับไขมันไม่รวมตัวกันจึงต้องมีตัวช่วยให้เกิดการรวมตัว (emulsifier) ได้แก่ โปรตีนไมโอซิน (myosin) ที่ละลายได้ในเกลือที่ห่อหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ ทำให้เกิดการผสมที่คงตัว สำหรับโปรตีนทำหน้าที่นี้ได้เนื่องจากเนื้อแดงถูกตัดด้วยใบมีดในเครื่องสับนวดทำให้มีขนาดเล็กลง เมื่อเติมเกลือลงไปเกลือสามารถสกัดโปรตีนได้ และเมื่อผสมไขมันหรือนวดอีมัลชั่นที่เตรียมไว้ในเครื่องสับนวด โปรตีนที่ละลายออกมาจะห่อหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ในระหว่างการสับละเอียดและการสร้างอิมัลชั่น เนื่องจากมีการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อผสมอยู่ตลอดเวลาในอัตราความเร็วสูง ดังนั้นอุณหภูมิของส่วนผสมจึงร้อนขึ้นกว่าเดิม การที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้โปรตีนของเนื้อถูกปลดปล่อยออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้น แต่มีข้อระวังคือ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปทำให้อิมัลชั่นแตกตัวซึ่งหมายถึง การที่ไขมันแตกตัวออกจากส่วนผสมทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้นในการบดหรือสับเนื้อต้องควบคุมไม่ให้อุณหภูมิสูงเกิน 15 องศาเซลเซียส (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529 : 211)

การแตกตัวของอิมัลชั่น เนื่องจากโปรตีนไมโอซิน:และแอคตินเป็นตัวทำให้เกิดอิมัลชั่นดังนั้นเมื่อโปรตีนเหล่านี้เกิดการเสื่อมสภาพ (denature) จึงทำให้โปรตีนเหล่านี้หดตัวและหมดความสามารถในการเชื่อมติดระหว่างไขมันกับน้ำได้อีกต่อไป และในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้หยดไขมันเล็กละเอียดจำนวนมากละลายไหลมารวมตัวกันเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่แยกตัวออกจากอีมัลชั่นได้

การป้องกันและการแก้ไขระหว่างสับละเอียดหรือปั่นอิมัลชั่น สามารถทำได้โดยการเติมน้ำแข็งเกร็ดเพื่อลดความร้อนโดยครง หรือการใช้เนื้อและไขมันที่แช่เย็นหรือแช่แข็งมาก่อนในการทำผลิตภัณฑ์

**ปัจจัยที่มีผลในการเกิดอีมัลชั่นในการทำผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น ได้แก่**

1) การสับนวดนานเกินไป (over chopping) เป็นผลให้เม็ดไขมันถูกตัดเป็นเม็ดเล็ก ๆ ผิวหน้าของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้นผิวของเม็ดไขมันมีความมันใสมากขึ้น จนโปรตีนไม่สามารถห่อหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ได้ เม็ดไขมันบางส่วนที่ไม่มีโปรตีนห่อหุ้มทำให้ไขมันไหลออกมา (greasing out) อีมัลชั่นไม่สามารถเกาะตัวรวมกัน

2) ความไม่สมดุลย์ของเนื้อ (short meat) ปริมาณไมโอซินไม่เพียงพอเนื่องจากเนื้อแดงมีน้อยเกินไป เม็ดไขมันบางเม็ดถูกห่อหุ้มด้วยไมโอซิน บางเม็ดถูกห่อหุ้มด้วยคลอลาเจน

**2. ไขมัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไขมันในลูกชิ้นขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ไขมันจากส่วนใดของซาก หรือขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่ห่อหุ้มหรือปะปนอยู่ในเนื้อมากน้อยเพียงใด ส่วนประกอบของไขมันที่เกี่ยวข้องได้แก่ triglyceride, phospholipid, cholesterol และวิตามินที่ละลายได้ในไขมันอีกจำนวนหนึ่ง ไขมันจากเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่เป็นประเภทอิ่มตัวเมื่อเปรียบเทียบกับไขมันจากพืช (vegetable fat) ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำมัน (oil) ทั้งนี้จะมีอัตราส่วนของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง (unsaturated fat) หรือประเภท polysaturated fat การบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวและ cholesterol สูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคหัวใจและการบริโภคอาหารที่มีพลังงานสูงจะมีความสัมพันธ์กับความอ้วนและความเครียด

ไขมันสตว์จะมีโคเลสเตอรอลเป็นองค์ประกอบในปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งปกติมนุษย์จะมีความสามารถในการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลขึ้นเองได้จำนวนหนึ่ง ดังนั้นการบริโภคไขมันในปริมาณที่มากเกินไปจึงเป็นสิ่งไม่จำเป็น ไขมันจากสัตว์มีปริมาณกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid) ได้แก่ linolenic กับ arachidonic อยู่อย่างพอเพียงในการบริโภคของมนุษย์

**3. เกลือ**

การแปรรูปเนื้อสัตว์เพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆจำเป็นต้องมีการใส่สารเคมีหลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดรสชาติและคุณลักษณะต่าง ๆเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานานโดยไม่เน่าเสีย สารเคมีที่ใช้ในอาหารจึงมีส่วนช่วยในการถนอมอาหารได้ในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่มักขาดแคลนอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูป การเก็บรักษาอาหารให้นานขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับประเทศที่เจริญแล้วมีอุปกรณ์และเครื่องมือในการแปรรูปพร้อมมีห้องเย็นและระบบการขนส่งทีทันสมัย ดังนั้นความต้องการในการใช้วัตถุกันเสียจึงมีไม่มากนัก

นอกจากนี้การเพิ่มของประชากรที่ไม่ได้สัดส่วนกับการเพิ่มของอาหารทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อให้เป็นที่ยอบรับของผู้บริโภค วัตถุเจือปนในอาหารจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในกลุ่มบุคคลที่ป่วยเป็นโรคแต่ยังมีความต้องการในการบริโภคอาหาร สามารถทำได้โดยอาศัยวัตถุเจือปนอาหารชนิดต่าง เจือปนในอาหารทำให้วัตถุเจือปนมีบทาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร

เกลือเป็นวัตถุเจือปนในอาหารที่สำคัญมาก ซึ่งอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือในชื่อของเกลือแกง แต่เดิมมนุษย์ใช้เกลือเพื่อเป็นตัวป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ ปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักเนื้อจะใช้ที่ความเข้มข้นสูง โดยปกติจะต้องใช้เกลือในผลิตภัณฑ์ปริมาณ ร้อยละ 6 ซึ่งทำให้เนื้อมีรสเค็มจัดและลักษณะของผลิตภัณฑ์แห้งมีผิวหน้าเหี่ยวย่น มองดูไม่น่ารับประทาน แต่ปัจจุบันความก้าวหน้าในเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนอมรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์มากขึ้น เช่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นปริมาณเกลือที่ใช้จึงต้องมีปริมาณลดลงเพื่อให้มีรสชาติดีขึ้น

เกลือที่เหมาะสมในการหมักเนื้อควรเป็นเกลือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นิยมใช้เกลือสินเธาว์ที่ปราศจากโลหะมากกว่าใช้เกลือสมุทร เนื่องจากเกลือสมุทรมีแบคทีเรียทนความเค็มสูง (halophilic bacteria) และมีอนุมูลของสารแคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการดูดซึมของเกลือทำให้ความสามารถในการละลายลดลง โลหะหนัก เช่น ผลึกของทองแดง ถ้ามีอยู่ในเกลือที่ใช้หมักเนื้อที่ใช้ร่วมกับไนเตรท เนื่องจากไอโอดีนจะเป็นตัวยับยั้งการเจริญที่ช่วยเร่งปฏิกริยาการเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์ได้ เป็นผลให้มีสารไนเตรทตกค้างอยู่กับผลิตภัณฑ์

**บทบาทของเกลือที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์**

1. เกลือมีผลทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ลดลงและทำให้แรงดันออสโมติค (osmotic pressure) เปลี่ยนแปลงไป คือ โดยทั่วไปแบคทีเรียปกติมีผนังเซลล์ที่มีคุณสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ (semipermeable membrane) ซึ่งตามหลักออสโมซิสน้ำจะซึมจากที่ที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าเข้าสู่ที่ที่มีความหนาแน่นสูงกว่า ดังนั้นทำให้น้ำในเซลล์แบคทีเรียซึมเข้าถึงน้ำเกลือและยังลดความสามารถในการย่อยของเอนไซม์ (proteolytic enzyme) ลงได้ นอกจากนี้เกลือยังช่วยลดเวลาในการให้ความร้อน ดังนั้นโรงงานผลิตเนื้อบรรจุกระป๋องจึงนิยมหมักเนื้อด้วยเกลือก่อนเป็นการลดเวลาและอุณหภูมิในขณะที่ฆ่าเชื้อ

2. กลิ่นรส ความบริสุทธิ์ของเกลือมีผลต่อกลิ่นรสของอาหาร เช่น แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์และแมกนีเซียมคลอไรด์จะ ให้รสขมแก่ผลิตภัณฑ์ ระดับของเกลือที่ใช้ในผลิตภัณฑ์จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไม่ว่าในแง่ของคุณสมบัติ หน้าที่ หรือผลกระทบต่อกลิ่นรส

แม้ว่าเกลือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหาร แต่เกลือก็เป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดกลิ่นหืนและปริมาณเกลือที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาจมีผลต่อผลิตภัณฑ์ทำให้มีรสเค็มจัด รสไม่นุ่มนวลและสีของเนื้อแดงเป็นเนื้อคล้ำ ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เหี่ยวย่น ไม่เป็นที่พึง ปราถนาของผู้บริโภค ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมจึงมีการใช้เครื่องมือวัดความเข้มข้นของเกลือเพื่อความถูกต้องในการผลิต

**4. ฟอสเฟต (phosphate)**

สารประกอบฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนอาหารอีกชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติหลายประการที่สามารถปรับปรุงให้เนื้อสัตว์สามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มทำให้ไส้กรอกมีคุณภาพดีขึ้น ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการแปรรูป สารประกอบฟอสเตจะไปทำปฏิกริยากับโลหะ ซึ่งช่วยให้คุณภาพอาหารดีขึ้น

2) สามารถทำปฏิกริยากับ organic polyelectrolyte ในอาหารได้ ช่วยให้อุ้มน้ำในเนื้อได้ดีขึ้น (ศิวาพร ศิวเวชช, 22535 : 28) ทำให้เส้นใยโปรตีนยึดรอบโมเลกุล สารที่นิยมใช้คือ โซเดียมฟอสเฟต (sodime phosphate) (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 86)

3) ช่วยควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ช่วยเพิ่มความเป็นกรด-ด่าง ในกรรมวิธีการแปรรูปอาหารนอกจากนี้ในการแปรรูปอาหารบางชนิดจะต้องปรับ กรด-ด่างให้สูงจึ้น เพื่อให้โปรตีนมีการเกาะกันและกระจายตัวดีขึ้น เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช,2535 : 28)

4) เพิ่มรสชาติ โดยให้โมเลกุลของเนื้อสานกันเป็นตาข่าย สามารถกั้นไม่ให้เลือดและของเหลวไหลออกมาจึงทำให้รสชาติดีขึ้น

5) การเพิ่มความนุ่ม เป็นตัวทำให้ pH ของเนื้อเพิ่มขึ้นและช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัว เนื่องจากแอคโตไมโอซินแยกออกจากกันเป็นแอคตินและไมโอซิน

6) ช่วยให้โมเลกุลของเนื้อยึดเกาะกันดี โดยดึงโมเลกุลโปรตีนที่ละลายน้ำมารวมตัวกันทำให้เนื้อเหนียวและยึดหยุ่นดีขึ้น

7) ช่วยให้สีคงทน โดนทำหน้าที่ควบคุม pH ให้อยู่ระหว่าง 6.0-6.6 ทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนดีขึ้น

**สารประกอบฟอสเฟตที่นิยมในอาหาร**

สารประกอบฟอสเฟตพวก alkaline phosphate ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ ออโทฟอสเฟต (orthophosphate) ไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate) ไตรโพลีฟอสเฟต (tripolyphosphate) สเตรตเชนโพลีฟอสเฟต (straight chain polyphosphate) ไซคลิก โพลีฟอสเฟต (cyclic polyphosphate) เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535 : 29)

ผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ที่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปน ได้แก่ เครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ผัก และผลไม้ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ ปลา และผลิตภัณฑ์ปลา เป็นต้น วัตถุประสงค์ในการใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารให้ได้มาตรฐาน เช่น ช่วยสีของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ให้คงตัว เครื่องดื่มที่ผลิตให้มีความใส ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอุ้มน้ำดีขึ้น ช่วยป้องกัน drip loss ในผลิตภัณฑ์ปลาหรือช่วยเสริมประสิทธิภาพในการขึ้นฟูและความคงตัวของฟอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัญหาในการใช้ฟอสเฟต**

1) สารประกอบฟอสเฟตกัดกร่อนโลหะโดยธรรมชาติ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นพลาสติกหรือสแตนเลส

2) ในทางปฏิบัติฟอสเฟตเป็นสารที่มีความเป็นด่างสูงละลายน้ำยากจึงควรแยกละลายในน้ำอุ่นก่อนที่จะนำมาผสมกับเกลือ ในการผสมควรใช้เครื่องที่มีแรงเหวี่ยงสูง เพื่อละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

**5. น้ำตาล (Sugar)**

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์และให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีบทบาทต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ดังนี้ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536: 27)

1) น้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มดีขึ้น โดยน้ำตาลจะไปลดความเค็มที่มีผลมาจากเกลือและป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่ถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไปเนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้งแข็งกระด้าง

2) น้ำตาลทำปฏิกริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน เมื่อผ่านการให้ความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าชิ้นเนื้อ และมองดูน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

3) น้ำตาลช่วยเร่งปฏิกริยาการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนตริกออกไซด์ ทำให้ปริมาณไนเตรทที่เหลือในผลิตภัณฑ์น้อยและเกิดสีแดงเร็วขึ้น

น้ำตาลที่ใช้กันมาก ได้แก่ น้ำตาลซูโครสทั้งชนิดฟอกสีและไม่ฟอกสี แต่ไม่ดีเท่าซูโครส เพราะจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์สามารถใช้น้ำตาล 2 ชนิดนี้ได้เร็ว และมีผลทำให้ไมโอโกลบินเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบิน ซึ่งมีผลต่อสีของเนื้อในระหว่างการหมัก การใช้น้ำตาลในรูปของน้ำเชื่อม เช่นน้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำเชื่อมข้าวโพด มีราคาแพงไม่เป็นที่นิยม

การใช้สารสังเคราะห์ให้ความหวานแทนน้ำตาลในการหมัก เช่น สารเวจามิน (vagamin) เป็นสารที่ออกรสหวานแทนรสเนื้อ ทำหน้าที่คล้ายผงชูรส สารเวจามินใช้ในรูปของผงบรรจุในภาชนะปิดสนิทดูดความชื้นได้ง่ายและใช้ในปริมาณต่ำ ถ้าใช้มากเกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสจัดผิดธรรมชาติ

**6. เครื่องเทศ (spice) และ เครื่องปรุงรส (seasoning)**

เครื่องปรุงรส หมายถึง สารประกอบที่เติมเข้าไปในส่วนผสม เพื่อปรับหรือแปรสภาพรสชาติของผลิตภัณฑ์ เครื่องปรุงรสจัดเป็นวัตถุเจือปนที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อ คือ เครื่องเทศชนิดต่าง ๆ วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากการสังเคราะห์ (ศิวาพร ศิวาเวชช, 2535 : 92)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เครื่องเทศสามารถใช้เป็นสารให้กลิ่นรสและช่วยชูรส แบ่งได้เป็น 3 ประเภท**

1. เครื่องเทศชูรส (stimulage hot spice)ได้แก่ ขิง (ginger) พริกขี้หนู (chilli) พริกไทยดำและขาว (black and white pepper) พริกแดงสด (paprika) หอม (onion) กระเทียม (garlic) และผงมัสตาด (mustard poeder)

2. เครื่องเทศหอม (aromatic spice)ได้แก่ เครื่องเทศรวม (all spice) อบเชย (cinimal) ยี่หร่า (caraway) การพลู (cloves) ลูกผักชี (cariander) ดอกจันทร์ (mace) ลูกจันทร์ (mutmeg) ลูกกระวาน (cadamon) โป๊ยกั๊ก (straced)

3. ใบและต้นผักต่าง ๆ (herbs) ได้แก่ ใบโหระพา (sweet basil) ใบกระวาน (bayleaves หรือ laurel leaves) ใบหูเสือ (sage) ใบสาระแหน่ (mint) ตะไคร้ (lemon grass) (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536 : 90-91)

ในการทำลูกชิ้นนั้นจะต้องใช้เกลือและพริกไทยเป็นเครื่องปรุงพื้นฐาน ส่วนวัสดุอื่น ๆ ที่ใช้เป็นประเภทเพื่อเสริมรสชาติแตกต่างกันออกไป (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2539 : 221-222)

นอกจากนั้นยังมีการเตรียมเครื่องเทศในรูปของเครื่องเทศผง หรืออาจเตรียมในรูปของน้ำมันหอมระเหย หรือสารสกัดของเครื่องเทศชนิดต่าง ๆ เพื่อสะดวกในการใช้และมีการใช้ในภูมิภาคที่ไม่สามารถจะปลูกเครื่องเทศได้เองส่วนการใช้เครื่องเทศชนิดใดและปริมาณเท่าใดในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และอุปนิสัยในการบริโภคของประชากรในท้องถิ่นนั้น ๆ และคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้ด้วย เช่น เครื่องเทศและเครื่องปรุงรสที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น ได้แก่ กระเทียม ซึ่งเป็นวัตถุปรุงแต่งรสที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารว่างมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารว่างที่ผลิตในแถบเอเชีย กระเทียมที่ใช้กันนี้ในรูปของกระเทียมสด กระเทียมผง น้ำมันหอมระเหยหรือกระเทียมผงผสมเกลือ

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่สังเคราะห์ขึ้นทำให้สะดวกในการปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์และเพื่อให้มีวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสให้ใช้ได้ตลอดปีและเหมาะสำหรับภูมิภาคที่ไม่สามารถปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสได้ อาจเตรียมในรูปของผง เกล็ด หรือของเหลว กลิ่นสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นจะคล้ายกลิ่นรสธรรชาติแต่จะมีความคงตัวดีกว่า ฉะนั้นปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์จึงน้อยกว่าและบางครั้งจะมีกลิ่นรสธรรมชาติผสมด้วย (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535 : 29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. วัตถุดิบ สารเคมี และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

**วัตถุดิบ**

1. ผงบุก
2. เนื้อหมู
3. มันหมูแข็ง
4. น้ำแข็ง
5. พริกไทยป่น
6. ลูกจันทน์เทศป่น
7. อบเชยป่น
8. ผงชูรส
9. น้ำตาลทราย
10. หอมหัวใหญ่

**สารเคมี**

1. เกลือไพโรฟอสเฟต
2. anhydrous ether (petroleum ether)
3. catalyst mixture (โปตัสเซียมซัลเฟตปราศจากน้ำ 100 กรัม , คอปเปอร์ซัลเฟต 7 กรัม)
4. กรดซัลฟูริคเข้มข้น 93-98%
5. เมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red)
6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40
7. สารละลายกรดกำมะถัน ($H_2SO_4$ 0.1 นอร์มัล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. สารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 3
9. indicator ผสม
10. $H_2SO_4$ 1.25 % (0.225 N)
11. NaOH 1.25 % (0.12 N)
12. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%

**อุปกรณ์**

| | | |
|---|---|---|
| 1. มีด | 2 | เล่ม |
| 2. เขียง | 2 | อัน |
| 3. เครื่องบดเนื้อ | 1 | เครื่อง |
| 4. เครื่องสับผสม | 1 | เครื่อง |
| 5. หม้อ | 2 | ใบ |
| 6. ทัพพี | 3 | อัน |
| 7. บีกเกอร์ | 10 | ใบ |
| 8. Volum metric flask | 10 | ใบ |
| 9. ปิเปต (pipette) | 10 | อัน |
| 10. ตู้อบ ของ WTb binder รุ่น F 53 | 1 | ตู้ |
| 11. กระบอกตวง | 2 | อัน |
| 12. ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) | 1 | เครื่อง |
| 13. โถดูดความชื้น (Dessicater) | 1 | โถ |
| 14. จานให้ความร้อน (hot plate) | 1 | เครื่อง |
| 15. เครื่องย่อยเยื่อใย | 1 | เครื่อง |
| 16. Crucible | 10 | อัน |
| 17. เตาเผา ( Muffle furnace ) รุ่น Stuart Scientific | 1 | เตา |
| 18. เครื่องชั่งละเอียด | 1 | เครื่อง |
| 19. เครื่องชั่งหยาบ | 1 | เครื่อง |
| 20. จานแพลตตินัม หรือ จานกระเบื้อง | 10 | ใบ |
| 21. Moisture can | 30 | ใบ |
| 22. Digestion beaker | 10 | ใบ |
| 23. Buchner funnel ที่ติดกับ Suction flask | 1 | ชุด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| 24. Erlenmeyer flask | 7 | อัน |
| 25. ตู้อบลมร้อน ( hot air oven ) | 1 | ตู้ |
| 26. ถุงพลาสติกใส | 10 | ใบ |
| 27. เครื่องปั่นผสม | 1 | เครื่อง |
| 28. ช้อน | 3 | ใบ |
| 29. แท่งแก้วคนสาร | 7 | อัน |
| 30. ผ้าขาวบาง | 5 | ผืน |
| 31. ยางรัด | 10 | เส้น |
| 32. สำลี | 1 | ห่อ |
| 33. ทิมเบอร์ (thimber) | 5 | อัน |

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A4
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน
3. แผ่นดิสก์
4. คอมพิวเตอร์

**3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง**

การผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งบุกเพื่อทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำที่ผู้บริโภคยอมรับ โดยมีการทดลองใช้แป้งบุกในการทดแทนไขมันในปริมาณที่แตกต่างกัน 5 ระดับคือ 0 เปอร์เซ็นต์ , 5 เปอร์เซ็นต์ , 10 เปอร์เซ็นต์ , 15 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีขั้นตอนและวิธีการผลิตและการวิเคราะห์แบ่งได้เป็น

**กรรมวิธีการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก**

1. การเตรียมเนื้อหมู

เลือกใช้หมูสันในซึ่งมีปริมาณเนื้อแดงมาก ไขมันและพังพืดน้อยในการผลิตลูกชิ้นหมูเนื่องจาก ถ้าใช้เนื้อหมูที่มีไขมันและพังพืดมากจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นมีลักษณะผิดปกติ คือ เมื่อนำลูกชิ้นผ่านความร้อนจากการต้มจะทำให้ไขมันและพังพืดละลายและไหลแยกออกจากเนื้อแดง ทำให้เกิดโพรงในลูกชิ้นได้และถ้าไขมันมากแต่สัดส่วนของเนื้อแดงน้อยกว่าจะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนไม่สามารถห่อหุ้มไขมันได้หมด ทำให้ไขมันไหลออกมา เนื้อแดงที่ใช้ทำลูกชิ้นจะทำหน้าที่ประสานน้ำและไขมันให้เข้ากันได้ดีในส่วนผสมที่เป็นมวลเหนียว (ธเนศ อิสระมงคลพันธุ์ , 2528 : 11) จากนั้นนำเนื้อที่ทำความสะอาดแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก และนำไปบดหยาบ ไขมันก็ทำเช่นเดียวกัน ในการนำเนื้อมาลดขนาดมีข้อดีคือ

1.เป็นการปรับปรุงความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์โดยการให้มีส่วนขนาดที่ย่อยอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ กระจายอย่างทั่วถึง

2. ทำให้เนื้อมีความนุ่มถูกใจผู้บริโภค เพราะถูกลดขนาดลงและเนื้อที่ใช้ควรแช่เย็นไว้ เพื่อรักษาสภาพอิมัลชั่นให้เกิดความคงตัว

ในการผลิตลูกชิ้นจะต้องนำเนื้อหมูมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนบดจากนั้นนำไปหมักเกลือทิ้งไว้ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วันก่อนนำไปบดละเอียด ซึ่งเกลือที่ใช้จะถูกใช้เพื่อสกัดไมโอซิน (myosin) และโปรตีนอื่น ๆ ที่ละลายได้ในเกลือ และทำให้เนื้อในการผลิตลูกชิ้นผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำและน้ำมันเพื่อให้เกิดลักษณะอิมัลชั่น (emulsion) ของส่วนผสมขึ้น นอกจากนี้เกลือยังช่วยทำหน้าที่ถนอมรักษาเนื้อสัตว์โดยป้องกันหรือยับยั้งและลดการทำงานของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย ในกระบวนการนี้เกลือจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อสัตว์ ในขณะที่น้ำบางส่วนจะไหลซึมออกมา เนื่องจากค่าความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกันของสารละลายเกลือและน้ำที่อยู่ในเนื้อ (meat juice) (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ , 2536 : 61)

2. การบดเนื้อ

นำเนื้อแดงที่บดหยาบแล้ว นำมาทำการบดโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการสับละเอียด (silent cutter) และเครื่องปั่นอิมัลชั่น (emulsion mill) ในระหว่างที่ทำการบดจะมีการเติมน้ำแข็ง เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับนวดเนื่องจากเครื่องมือมีอัตราความเร็วในการสับนวด ซึ่งต้องระวังเพราะอาจทำให้อุณหภูมิของเนื้อสูงขึ้นทำให้ไขมันแยกตัวออกจากระบบอิมัลชั่น ในการบดจึงควรควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 16 องศาเซลเซียส (ธเนศ อิสระมงคลพันธุ์ , 2528 : 11) และน้ำแข็งที่เติมยังทำให้เกลือและส่วนผสมอื่น ๆ ละลายและกระจายตัวได้ดี แล้วจึงเติมไพโรฟอสเฟตลงไปและตามด้วยส่วนผสมต่าง ๆ คือ ด้วยน้ำตาล ผงชูรส ลูกจันทน์เทศป่น อบเชยป่น หอมหัวใหญ่ จากนั้นเติมมันแข็งลงไป และแป้งบุกในปริมาณต่าง ๆ กัน เพื่อทดแทนปริมาณไขมันในสูตรปกติ ใน 0%, 5%, 10%, 15%, 20% ปั่นต่อไปจนเนื้อมีลักษณะเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงสูตรการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกในแต่ละระดับ

| ส่วนผสม | ระดับปริมาณแป้งบุก (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| เนื้อหมู | 1 Kg | 1 Kg | 1 Kg | 1 Kg | 1 Kg |
| มันหมูแข็ง | 300 g | 285 g | 270 g | 270 g | 240 g |
| น้ำแข็ง | 300 g | 300 g | 300 g | 300 g | 300 g |
| พริกไทยป่น | 4 g | 4 g | 4 g | 4 g | 4 g |
| ลูกจันทร์เทศป่น | 2 g | 2 g | 2 g | 2 g | 2 g |
| อบเชยป่น | 0.3 g | 0.3 g | 0.3 g | 0.3 g | 0.3 g |
| ผงชูรส | 3.3 g | 3.3 g | 3.3 g | 3.3 g | 3.3 g |
| น้ำตาลทราย | 7.3 g | 7.3 g | 7.3 g | 7.3 g | 7.3 g |
| หอมหัวใหญ่ | ½ หัว | ½ หัว | ½ หัว | ½ หัว | ½ หัว |
| ไพโรฟอสเฟต | 7.3 g | 7.3 g | 7.3 g | 7.3 g | 7.3 g |
| แป้งบุก | – | 15 g | 30 g | 45 g | 60 g |

ที่มา: ธเนศ อิสระมงคลพันธุ์, 2528: 11

3. การปั้นลูกชิ้น

นำเอาส่วนผสมทั้งหมดที่ผ่านการบดและสับผสมจนเป็นลักษณะมวลเหนียวแล้ว นำมาปั้นเป็นลูกบอลกลม ๆ บีบด้วยมือแล้วใช้ช้อนตักลงในหม้อต้ม

4. การต้มลูกชิ้น

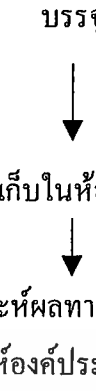
เมื่อนำส่วนผสมทั้งหมดที่สับและสับผสมจนเข้ากันเป็นมวลเหนียวแล้วนำไปปั้นเป็นลูกบอลกลม ๆ แล้วทำการต้มโดยทำการต้ม 2 ครั้ง ครั้งแรกต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้ลูกชิ้นเกิดการคงตัว จากนั้นนำมาต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสอีก 1 ครั้ง เพื่อทำให้ลูกชิ้นสุกสังเกตได้โดยลูกชิ้นสุกจะลอยขึ้นมาบนผิวของน้ำเดือดและเมื่อตักขึ้นมาบีบจะมีลักษณะที่แข็งไม่เละรวมตัวกันเป็นก้อน จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็น (ธเนศ อิสระมงคลพันธุ์, 2528 : 12)

5. การบรรจุและการเก็บรักษา

ภายหลังจากการต้มลูกชิ้นสุกแล้วนำไปบรรจุลงในถุงพลาสติก ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก

**3.3 การเก็บผลการทดลอง**

**3.3.1 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส**

หลังจากได้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกแล้วนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยพิจารณาในด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส รวมทั้งการยอมรับโดยรวมของลูกชิ้น โดยใช้แบบทดสอบการยอมรับทั้งหมด 15 ชุด และผู้ทดสอบ 15 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกและให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสว่าจะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกได้มากน้อยเพียงใดต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแป้งบุกแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% โดยมีช่วงของการยอมรับซึ่งให้เป็นคะแนนได้ดังนี้ ถ้าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นได้มากที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 5 และยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นได้มากให้คะแนนเท่ากับ 4 ถ้ายอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นได้ปานกลางให้คะแนนเท่ากับ 3 ถ้าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ได้น้อยให้คะนนเท่ากับ 2 และถ้าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ได้น้อยที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 1 ซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถเขียนวิจารณ์หรือข้อแนะนำได้ตอนท้ายของแบบสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้น ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก แสดงในภาคผนวก ก.

**3.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก โดยทำการทดลองแบบ Proximate analysis ตามวิธี AOAC(1990) ซึ่งวิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข. ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านต่าง ๆ ได้แก่**

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture contents)
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านไขมัน
4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านเยื่อใย
5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณเถ้า

**3.4 สถานที่ทำการทดลอง**

1. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**3.5 การวางแผนการทดลอง**

จากการทดลองผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ระดับแป้งบุกแตกต่างกันคือ 0 เปอร์เซ็นต์ , 5 เปอร์เซ็นต์ , 10 เปอร์เซ็นต์ , 15 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผู้บริโภคทดสอบคุณภาพของลูกชิ้นหมูทางประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD) เพื่อต้องการศึกษาความแตกต่างของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ระดับแป้งบุกที่ต่างกัน โดยทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ คุณภาพโดยรวมของลูกชิ้นที่ผลิตได้ และนำลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีทางด้านความชื้น การหาปริมาณโปรตีน การหาปริมาณไขมัน การหาปริมาณเยื่อใย และ การหาปริมาณเถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การทดลองหาเปอร์เซ็นต์ของแป้งบุกที่ใช้เติมลงไปในลูกชิ้นหมูไขมันต่ำโดยใช้แป้งบุกทดแทนไขมันในระดับที่แตกต่างกันคือ 0% , 5%, 10%, 15%, 20% ในลูกชิ้นหมูที่ทำการทดลอง และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านความชื้น เถ้า เยื่อใย โปรตีน ไขมัน ของลูกชิ้นในแต่ละสูตร และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ปรากฏผลการทดลองดังต่อไปนี้

**4.1 ปริมาณแป้งบุกที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์**

การทดลองผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกโดยหาปริมาณแป้งบุกที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนปริมาณไขมันในลูกชิ้นหมูโดยใช้แป้งบุกในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสูตรของลูกชิ้น คือ 0%, 5%, 10%, 15%, และ20% โดยที่ ส่วนผสมอื่น ๆ มีน้ำหนักคงที่ตามสูตร ยกเว้นปริมาณไขมันที่ใช้จะเปลี่ยนแปลงไปตามเปอร์เซนต์ของแป้งบุกที่ใช้ทดแทน โดยดัดแปลงสูตรการผลิตลูกชิ้นหมูจากการผลิตไส้กรอกเวียนนา (ธเนศ อิสระมงคลพันธ์, 2528:11) และศึกษาเพิ่มเติมจากการผลิตไส้กรอกหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2540: 38-39) พบว่าเมื่อใช้เปอร์เซนต์แป้งบุกในปริมาณที่สูงกว่า 0 เปอร์เซ็นต์ ลูกชิ้นหมูที่ได้จะมีลักษณะเป็นเจล ลักษณะภายนอกของลูกชิ้นจะแฉะและมียางเหนียวอยู่รอบลูกชิ้นนั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งลูกชิ้นหมูที่มีการเติมบุก 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผ่าลูกชิ้นเพื่อดูลักษณะภายในจะมีลัษณะใสเป็นเจลสลับกับเนื้อหมู ถ้าเปอร์เซนต์ที่เติมลงไปยิ่งสูงภายในของลูกชิ้นก็จะมีเจลมากขึ้นสีของลูกชิ้นจะมีลักษณะเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีเทาและจะมียางเหนียวอยู่รอบ ๆ ลูกชิ้นนั้น และถ้าลองใช้มือจับจะมีลักษณะเป็นยางเหนียวติดมือ และเวลาทำการทดลองทำการชิมแล้วจะรู้สึกว่ามียางเหนียวอยู่ในปาก ทำให้มีอาการเลี่ยน และรสชาติจากสูตรของการทำลูกชิ้นมีลักษณะที่จืด รสชาติยังไม่เข้มข้น หรือโดดเด่นออกมา และในการเติมแป้งบุกลงไปในลูกชิ้น ถ้าปริมาณแป้งบุกที่เติมสูงลักษณะทางกายภาพของลูกชิ้นจะมีลักษณะรูปร่างไม่กลมตามลักษณะของลูกชิ้น ผิวด้านนอกไม่เรียบเนียน มีลักษณะขรุขระ มีเจลใสอยู่รอบ ๆ ลูกชิ้น ในทางด้านกลิ่นจะมีกลิ่นฉุนของเครื่องเทศสูงชัดเจนและโดดเด่นออกมา แต่เมื่อทำการทำการเติมแป้งบุกในการผลิตลูกชิ้นที่ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของลูกชิ้นจะมีลักษณะใกล้เคียงกับลูกชิ้นที่ไม่มีการเติมแป้งบุกลงไป ลักษณะของเจลบุกก็มองเห็นเพียงเล็กน้อย สีของลูกชิ้นยังมีสีขาวอมเทา ลักษณะของลูกชิ้นเนียนเรียบใกล้เคียงกับลูกชิ้นบุก 0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

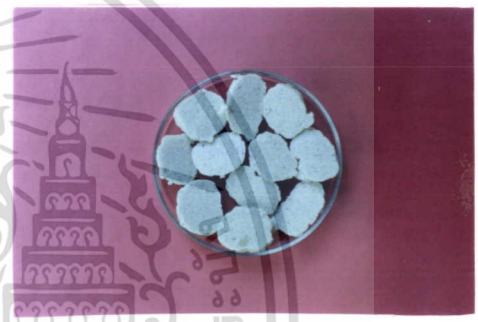
โดยเฉพาะที่มีการเติมแป้งบุกเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกชิ้นที่มีการเติมแป้งบุก 10 เปอร์เซ็นต์ก็ยังมีลักษณะใกล้เคียงกับลูกชิ้นหมู 0 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์เพียงแต่ลักษณะผิวด้านนอกของลูกชิ้นมีลักษณะขรุขระเพียงเล็กน้อย เพราะฉะนั้นการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแห้งบุกโดยเติมแป้งบุกที่ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีลักษณะใกล้เคียงกับลูกชิ้นที่ไม่มีการเติมแป้งบุกมากที่สุด ดังแสดงในรูปภาพที่ 6 และภาพที่ 7

ภาพที่ 6 แสดงลักษณะทางกายภาพของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ 0% 5% 10% 15% และ 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

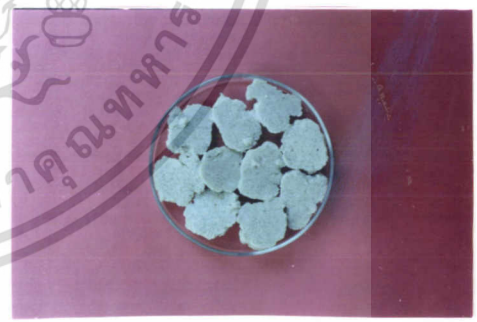
0 เปอร์เซ็นต์

5 เปอร์เซ็นต์



10 เปอร์เซ็นต์

15 เปอร์เซ็นต์



20 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะภายในของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ 0% 5% 10% 15% และ 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ลักษณะปรากฏของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกโดยใช้ปริมาณของแป้งบุกที่แตกต่างกัน

| ปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งบุก (%) | ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | คุณภาพโดยรวม |
| 0 | ขาวอมเทา | มีกลิ่นเครื่องเทศออกมาชัดเจน | จืด | เหนียว นุ่ม ผ่าดูเนื้อด้านในจะมองเห็นลักษณะเนื้อเนียนเกิดเป็นลักษณะอิมัลชั่น | สีของลูกชิ้นมีสีขาวอมเทาเวลารับประทานจะรู้สึกถึงกลิ่นเครื่องเทศชัดเจน แต่รสชาติจืดในส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัสจะมีความนุ่นเนื้อ ด้านในลูกชิ้นจะเนียนเกิดลักษณะเป็นอิมัลชั่นดี |
| 5 | ขาวอมเทา | มีกลิ่นเครื่องเทศออกมาชัดเจน | จืด | เหนียว นุ่ม ผ่าดูด้านในจะมองเห็นลักษณะเจลเป็นเม็ดเล็ก ๆ เกิดขึ้นเล็กน้อย | สีของลูกชิ้นจะมีสีขาวอมเทาเมื่อรับประทานจะรู้ถึงกลิ่นเครื่องเทศชัดเจน รสชาติจืดแต่ในส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัสยังมีความเหนียวนุ่ม ลักษณะภายในเนื้อลูกชิ้นจะเกิดเป็นเม็ด ๆ ของเจลบุก ซึ่งลักษณะไม่แตกต่างจากการเติมแป้งบุกที่ 0 เปอร์เซ็นต์มีลักษณะการเกิดอิมัลชั่นที่ดีพอใช้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

| ปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งบุก (%) | ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | คุณภาพโดยรวม |
| 10 | ขาวอมเทา แต่สีเทาจะมากกว่าสีขาว | มีกลิ่นเครื่องเทศออกมาชัดเจน | จืด | นุ่ม จะมียางเหนียวติดในปาก เล็กน้อยลักษณะของลูกชิ้นผิวจะขรุขระ เนื้อของลูกชิ้นไม่เนียน ผ่าดูเนื้อด้านในจะมองเห็นลักษณะของเจลเม็ดเล็ก ๆ มากขึ้น | สีของลูกชิ้นจะมีสีเทามากขึ้นกว่าสีขาว เวลารับประทานจะรู้สึกถึงกลิ่นเครื่องเทศชัดเจน รสชาติจืด แต่ในส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัสจะเห็นผลที่ชัดเจน มียางเหนียว ผิวจะขรุขระไม่เรียบเนียน เวลาเคี้ยวจะมียางเหนียวติดอยู่และมีลักษณะเป็นเจลมากขึ้น มีลักษณะการเกิดอิมัลชั่นที่ดีพอใช้ |
| 15 | สีเทาเข้ม | มีกลิ่นเครื่องเทศออกมาชัดเจน | | ลักษณะเนื้อของลูกชิ้นเวลาที่เคี้ยวจะเป็นยางเหนียวติดภายในปากผิวของลูกชิ้นจะขรุขระไม่เนียนเรียบ มีน้ำเยิ้มออกมาเวลาวางทิ้งไว้ลูกชิ้นแต่ลูกจะติดกัน ผ่าดูจะ | สีของลูกชิ้นจะเป็นสีเทาเข้ม เวลารับประทานจะรู้สึกถึงกลิ่นเครื่องเทศชัดเจน ส่วนรสชาติจืด แต่ในส่วนของเนื้อสัมผัสจะเห็นผลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม คือ มียางเหนียวติดในปากติดมือออกมาเมื่อวางลูกชิ้นไว้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

| ปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งบุก (%) | ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | คุณภาพโดยรวม |
| | | | | ติดกัน ผ่าดูเนื้อด้านในจะมองเห็นเจลของบุกชัดเจนมากยิ่งขึ้น | ลูกชิ้นจะติดกันปริมาณเจลของบุกภายในเนื้อของลูกชิ้นจนเห็นได้ชัดเจนมีลักษณะการเกิดอิมัลชั่นไม่ได้ดีเท่ากับการใช้แป้งบุก 0% และ 10% |
| 20 | สีเทาเข้ม | มีกลิ่นเครื่องเทศออกมาชัดเจน | จืด | ลักษณะของเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นจะมียางเหนียวมากขึ้นทั้งผิวภายนอกลูกชิ้น เวลาจับจะมียางเหนียวติดมือ เมื่อรับประทานแล้วก็จะมีลักษณะเป็นยางยืดเหนียว ผิวด้านนอกขรุขระไม่เรียบเนียน ไม่มีลักษณะเป็นลูกกลม ๆ ผ่าดูเนื้อด้านในมองเห็นลักษณะของเจล | สีของลูกชิ้นจะเป็นสีเทาเข้ม เวลารับประทานจะรู้สึกถึงกลิ่นเครื่องเทศชัดเจน รสชาติจืดแต่ในส่วนของเนื้อสัมผัสจะเห็นผลที่ชัดเจนมากที่สุดคือมียางเหนียวมากขึ้นทั้งผิวภายนอกและภายในลูกชิ้น เวลาจับจะมียางเหนียว โดยเฉพาะเวลาเคี้ยวจะมีลักษณะเป็นยางยืดเหนียว ภายในลูกชิ้นจะมีปริมาณของเจลบุกชัดเจนมากที่สุด ลักษณะการอิมัลชั่นที่ไม่ดีเท่ากับการใช้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

| ปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งบุก (%) | ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | คุณภาพโดยรวม |
| | | | | บุกชัดเจน | แป้งบุกที่ระดับ 0% 5% และสูตรที่มีการใช้แป้งบุก 20% จะมีการเกิดอิมัลชั่นน้อยที่สุด |

**4.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัส**

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกทั้ง 5 ตัวอย่างโดยใช้ผู้ทดสอบชิม 15 คน โดยทำการทดสอบชิมลูกชิ้นหมูและวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) จากค่าเฉลี่ยของคะแนนชิมจะเห็นได้ว่า ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก5 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันในเรื่องสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) ส่วนการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลูกชิ้นในเรื่องกลิ่นนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P>0.05$) แสดงผลการทดสอบการยอมรับตามตารางที่ 15 ในภาคผนวก ง.

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก

| คุณลักษณะที่ประเมิน | ปริมาณแป้งบุกที่ใช้ทดแทนไขมันในลูกชิ้นหมู (Treatment) % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| สี | $6.86^{ab}$ | $6.26^{acd}$ | $6.06^{bce}$ | $5.53^{def}$ | $5^{f}$ |
| กลิ่น | $6^{a}$ | $4.93^{a}$ | $5.6^{a}$ | $5.33^{a}$ | $5.6^{a}$ |
| รสชาติ | $6.93^{a}$ | $5.6^{abc}$ | $4.8^{bde}$ | $4.4^{cdf}$ | $4.13^{ef}$ |
| เนื้อสัมผัส | $7.2^{a}$ | $5.06^{ad}$ | $5.13^{ab}$ | $4.46^{bdc}$ | $3.66^{c}$ |
| การยอมรับโดยรวม | $7.2^{a}$ | $5.66^{ab}$ | $5.53^{ac}$ | $4.73^{bcd}$ | $4.13^{d}$ |

- อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกทั้ง 5 ตัวอย่างพบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส การยอมรับโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับในสูตรที่มีการใช้แป้งบุกที่ระดับ 5 % และ 10 % มากที่สุด เนื่องจากลักษณะของลูกชิ้นมีลักษณะใกล้เคียงกับลูกชิ้นในท้องตลาดมากที่สุดโดยมีลักษณะเกิดอิมัลชั่นได้ดี ลักษณะทางกายภาพมีความเนียนเรียบ รับประทานแล้วมีความเหนียวนุ่มและจากที่สรุปออกมา ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกทั้ง 5 ตัวอย่างในเรื่อง สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ที่ผู้ทดสอบได้ทำการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าคุณลักษณะทั้ง 4 ประการมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งถ้ามีการเติมแป้งบุกในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น การยอมรับของผู้บริโภคต่อลูกชิ้นจะลดลงโดยเฉพาะลูกชิ้นที่มีการเติมแป้งบุก 15 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม จะเห็นผลที่ชัดเจนคือ สีของลูกชิ้นจากตัวอย่างที่ไม่มีการเติมแป้งบุกลงไปจะมีสีขาว แต่เมื่อมีการเติมแป้งบุกลงไปเป็นส่วนผสม สีของลูกชิ้นจะเปลี่ยนเป็นสีขาวอมเทา และเมื่อเติมแป้งบุกในเปอร์เซ็นต์ที่สูงขึ้นลูกชิ้นจะมีสีเทาเข้มขึ้น ลักษณะทางด้านสีนี้ผู้บริโภคจึงไม่ยอมรับแต่ในทางกลับกันผู้บริโภคบางคนจะชอบผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่มีสีเข้ม การเปลี่ยนแปลงในเรื่องรสชาติจากการเติมแป้งบุกลงไปไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรสชาติของลูกชิ้นมากเท่าใดนักซึ่งจะมีเพียงเล็กน้อย ซึ่งลักษณะโดยรวมแล้วผู้บริโภคมีการแสดงความคิดเห็นว่ารสชาติของลูกชิ้นที่ผลิตนั้นจืดในด้านรสชาตินั้นขึ้นอยู่กับสูตรการผลิต ในผู้บริโภคบางคนก็แสดงความคิดเห็นว่ารสชาติพอดีแล้ว การเปลี่ยนแปลงในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสโดยในลักษณะด้านนี้เห็นได้ชัดเจนมากที่สุด ซึ่งลูกชิ้นที่มีการเติมแป้งบุกนั้นภายในเนื้อของลูกชิ้นเมื่อผ่ามาดูด้านในจะมีลักษณะเป็นเจลของแป้งบุกเป็นเม็ดกลม ๆ ขนาดเล็กเรียงตัวอยู่กับเนื้อของลูกชิ้น เมื่อทำการทดลองชิมโดยการรับประทานจะมีลักษณะเหนียวเป็นยางเกิดขึ้นอยู่ภายในปาก ทำให้เกิดอาการรู้สึกเลี่ยนเนื่องจากเมื่อแป้งบุกได้นำมาใช้ทดแทนไขมันในลูกชิ้นแล้วจะทำให้รู้สึกอิ่มและเมื่อมีการรวมตัวกับน้ำจะเกิดการพองตัวในน้ำ เวลาที่ใช้มือจับลูกชิ้นที่มีการเติมแป้งบุกที่สูงจะมีลักษณะเหนียวติดมือเนื่องจากแป้งบุกจะมีลักษณะเป็นเจลเหนียว ถ้าใช้ในปริมาณที่สูงก็จะยิ่งมีลักษณะที่เหนียวสูงขึ้น เมื่อวางไว้ที่อุณหภูมิห้องลูกชิ้นจะมีน้ำเยิ้มออกมา และลูกชิ้นแต่ละลูกจะเริ่มติดกันเนื่องจากลักษณะของการเกิดอิมัลชั่นของลูกชิ้นที่มีการเติมแป้งบุกในปริมาณที่สูงจะเกิดได้ไม่ดี ผิวภายนอกของลูกชิ้นจะมีลักษณะที่ขรุขระไม่เนียนเรียบ เหมือนกับตัวอย่างที่ไม่มีการเติมแป้งบุกลงไป การเปลี่ยนแปลงในเรื่องการยอมรับโดยรวม ผู้ทดสอบจะมีความชอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งบุกมากที่สุด แต่ในกรณีของการมีการเติมแป้งบุกลงไปในเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกันผู้บริโภคจะให้การยอมรับและเลือกรับประทานคือ ตัวอย่างที่มีการเติมแป้งบุกลงไปในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเนื่องจากลักษณะตามลักษณะที่ได้กล่าวมา แต่จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นบุกไขมันต่ำจากแป้งบุกทั้ง 5 ตัวอย่างในเรื่องกลิ่น ที่ผู้บริโภคได้ทำการทดสอบนั้นไม่มีความแตกต่างกัน โดยที่จะมีกลิ่นเครื่องเทศที่ใช้เป็นส่วนผสมออกมาชัดเจนในทุกตัวอย่าง ดังนั้นลักษณะในเรื่องกลิ่นของลูกชิ้นจึงไม่มีความแตกต่างกัน แต่จากการให้ทดสอบทั้ง 15 คน ทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบบางท่านยังอาจไม่มีความเข้าใจ และความชำนาญในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจนบางครั้งแยกลักษณะของความชอบและไม่ชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไม่ชัดเจนจึงอาจเกิดความสับสนในเรื่องลักษณะของสี กลิ่น รสชาติ จากผลการทดลองทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมพบว่าปริมาณของแป้งบุกแต่ละระดับเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง มีผลต่อลักษณะของลูกชิ้น ลูกชิ้นบุกไขมันต่ำจากแป้งบุกที่ใช้แป้งบุกที่เติมลงไปเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป

**4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี**

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีปริมาณความชื้น เถ้า เยื่อใย โปรตีน และไขมัน โดยผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกทั้ง 5 ตัวอย่างพบว่าแต่ละสูตรมีองค์ประกอบทางเคมีในแต่ละด้านที่แตกต่างกันดังในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นไขมันต่ำจากแป้งบุก

| เปอร์เซ็นต์ของแป้งบุก (%) | องค์ประกอบทางเคมี (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ความชื้น | เถ้า | เยื่อใย | โปรตีน | ไขมัน |
| 0 | 68.3097 | 15.7547 | 1.0891 | 14.4368 | 40.4408 |
| 5 | 69.5012 | 13.2944 | 0.3462 | 14.6406 | 40.4184 |
| 10 | 71.0292 | 12.2713 | 0.1449 | 13.0506 | 37.2759 |
| 15 | 73.0147 | 9.9737 | 0.1263 | 12.5956 | 30.0175 |
| 20 | 74.3504 | 8.9490 | 0.1134 | 7.8418 | 23.7674 |

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าลูกชิ้นหมูที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งบุกที่เติมลงไป 20 เปอร์เซ็นต์มีความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือ 15 เปอร์เซ็นต์ 10 เปอร์เซ็นต์ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณความชื้นจะสอดคล้องกับปริมาณเถ้าและเยื่อใย คือ ถ้ามีปริมาณความชื้นน้อยจะมีปริมาณเถ้าและเยื่อใยมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณของแข็งเหลืออยู่มาก เมื่อนำไปวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาเถ้าจึงได้เถ้าที่เหลือจากการเผาในปริมาณมาก และในการสกัดเยื่อใยก็จะได้เยื่อใยในปริมาณมากไปด้วย

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันที่มีอยู่ในลูกชิ้นหมูที่ผลิต โดยมีการเติมแป้งบุกทดแทนปริมาณไขมันผลปรากฏว่า ลูกชิ้นหมูที่ไม่มีการเติมแป้งบุกเลยมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงที่สุดคือ 40.4408 % รองลงมาคือ 5 เปอร์เซ็นต์ 10 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ 20 เปอร์เซ็นต์เนื่องมาจากบุกมีคุณสมบัติในการเกิดเจลและใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงได้ดีเนื่องจากแป้งบุกที่ใช้เติมลงไปทดแทนไขมันในลูกชิ้นหมูมีโครงสร้างของกลูโคแมนแนนซึ่งเมื่อมีการผสมกับน้ำจะขยายตัวมีลักษณะเป็นวุ้นและจะเกิดการพองตัวหรือขยายตัวเมื่อรับประทานแล้วจะทำให้รู้สึกอิ่ม (เสาวภา บูรณวัฒนโชค, 2540 : 3 , อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2540 : 37) และจากการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในลูกชิ้นผลปรากฏว่าลูกชิ้นหมูที่ไม่มีการเติมแป้งบุกมีปริมาณของโปรตีนสูงที่สุดคือ 14.4368 % รองลงมาคือ 5 , 10 ,15 , 20 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

บุกหรือกะบุกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Amorphophallus ssp.* เป็นพืชหัวพื้นเมืองของหลายประเทศในแถบเอเชียเขตร้อน เช่น ไทย พม่า ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย บังคลาเทศ อินเดีย และในเขตอบอุ่น เช่น จีน และ ญี่ปุ่น นิยมนำส่วนหัวมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปของแป้งบุก ซึ่งมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญคือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) จัดเป็นโพลิแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ก่อตัวเป็นเส้นใย โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลาลแมนโนส ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือเมื่อถูกน้ำจะพองตัวได้ 20–30 เท่า แป้งกลูโคแมนแนนที่สะอาดบริสุทธิ์จะมีสีขาวไม่มีกลิ่น เมื่อผสมน้ำจะขยายตัวมีลักษณะเป็นวุ้น ทำให้เมื่อรับประทานลงไปทำให้รู้สึกอิ่ม ซึ่งจะเหมาะสำหรับควบคุมน้ำหนักหรือสำหรับบุคคลที่ต้องการลดความอ้วน สามารถป้องกันโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคเบาหวาน และโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ จากคุณค่าทางโภชนาการของบุกและคุณสมบัติ จึงได้มีการนำแป้งบุกมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู เพื่อทดแทนไขมันต่างกัน 5 ระดับ คือ 0,5,10,15และ 20% ในสูตรที่ใช้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไขมันต่ำพบว่า ในการทำลูกชิ้นหมูเพื่อทดแทนปริมาณไขมันที่ใช้เติมลงไป ลูกชิ้นหมูที่มีการทดแทนด้วยปริมาณแป้งบุก 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับในด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส การยอมรับโดยรวมมากที่สุดแตกต่างจากสูตรลูกชิ้น ดังนั้นในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีแป้งบุกเป็นส่วนผสมควรมีการศึกษาปริมาณที่จะใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคต้องการ วิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านความชื้น เถ้า เยื่อใย โปรตีนและไขมันของลูกชิ้นหมูที่มีการใช้แป้งบุกเป็นตัวทดแทนปริมาณไขมันในลูกชิ้นทั้ง 5 ระดับ คือ 0,5,10,15 และ 20% พบว่าการใช้แป้งบุกที่ปริมาณ 5% และ 10% ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมันพบว่าที่ปริมาณการใช้แป้งบุก 5% มีปริมาณไขมัน 40.4184% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นหมู ในท้องตลาดแล้วมีปริมาณไขมัน 40.4408% ซึ่งปริมาณไขมันแตกต่างกันไม่มากนักแต่การใช้แป้งบุกในปริมาณ 10% ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากเช่นเดียวกับการใช้ปริมาณแป้งบุก 5 % พบปริมาณไขมัน 37.2759% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นหมูในท้องตลาดมีปริมาณไขมัน 40.4408% และพบว่ามีความแตกต่างของปริมาณไขมันอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า ลูกชิ้นไขมันต่ำจากทั้ง 5 สูตร ทางด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในลักษณะทั้ง 4 ด้าน ส่วนคุณสมบัติทางด้านกลิ่นนั้นปรากฏผลว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในลักษณะทั้งด้านกลิ่น เนื่องจากกลิ่นของเครื่องเทศจะปรากฏในทุกสูตรของการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ดังนั้น ในการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก จะใช้เปอร์เซ็นต์ของการเติมเป็นส่วนผสมเพื่อทดแทนปริมาณไขมันที่มีอยู่ในลูกชิ้นได้ตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปแต่ไม่ควรเกิน 10เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผู้บริโภคสามารถยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไขมันต่ำจากแป้งบุกได้

จากการทดลองวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกทางด้านความชื้น เถ้า เยื่อใย โปรตีน และไขมัน โดยในการทดลองวิเคราะห์หาองค์ประกอบในลูกชิ้นหมูในแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการทดลองผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำโดยมีการใช้แป้งบุกเป็นส่วนทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์นั้นทำให้ทราบว่าปริมาณของไขมันในการเติมแป้งบุกในแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน โดยปริมาณไขมันของลูกชิ้นหมูที่มีการใช้แป้งบุกเป็นตัวทดแทนไขมันที่ระดับ 5% และ 10% เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากในการผลิตลูกชิ้นหมูนั้นมีการใช้ปริมาณของแป้งบุกที่เติมลงไปในปริมาณใกล้เคียงกันส่งผลทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะปริมาณไขมันที่มีความแตกต่างจากสูตรที่มีการเติมแป้งบุกที่ระดับ 15% และ 20% ซึ่งจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูในท้องตลาด (0%) ที่มีปริมาณของไขมันที่สูงและไม่มีการเติมแป้งบุกเพื่อทดแทนไขมัน ส่งผลทำให้จากการทดลองโดยเติมแป้งบุกในระดับ 5% และ 10% เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป

**5.2 ข้อเสนอแนะ**

ตามความหมายของลูกชิ้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เฉพาะเนื้อสัตว์มาบดผสมกับน้ำแข็งและเกลืออาจมีการเติมเครื่องปรุงอื่น ๆ ระหว่างการบดผสมต้องให้อุณหภูมิเย็นจัดไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส แล้วบีบเป็นลูกลงต้มในน้ำร้อน ซึ่งในลูกชิ้นมีเปอร์เซนต์ไขมันสูงถึง 30 % จึงได้มีการนำแป้งบุกมาเป็นส่วนผสมในลูกชิ้นเพื่อทดแทนปริมาณไขมันที่ใช้เติมลงไปในเปอร์เซนต์ของแป้งบุกที่แตกต่างกันคือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% เพื่อปริมาณของแป้งบุกที่เหมาะสมในการผลิตลูกชิ้นที่ผู้บริโภคยอมรับได้และมีองค์ประกอบทางเคมีทางด้านคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมกับผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันแป้งบุกได้เข้ามามีบทบาทในการแปรรูปผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิดเช่น วุ้นบุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วุ้นเส้น เยลลี่เติมบุก ไส้กรอก และล่าสุดคือลูกชิ้น ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ที่มีปริมาณของไขมันสูง โดยใช้กับแป้งบุกเป็นวัตถุดิบ เพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์จากแป้งบุก และยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการมีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรง และผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือเพื่อต้องการลดความอ้วนโดยยังได้รับคุณค่าทางโภชนาการทางด้านอื่น ๆ ครบถ้วน

การทำลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกไม่มีการกำหนดสูตรของการผลิตลูกชิ้นที่แน่นอนแต่เป็นการปรับตามความเหมาะสมสูตร จากการทดลองลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกนี้เป็นสูตรที่ปรับมาจากการทำไส้กรอกเวียนนา มีผลทำให้รสชาติของลูกชิ้นจืดเกินไปสำหรับผู้บริโภคบางคน แต่ในผู้บริโภคบางคนให้การยอมรับกับรสชาติของลูกชิ้นที่ทำการทดลองและในการใช้เปอร์เซนต์แป้งบุก เป็นส่วนทดแทนไขมันที่มีอยู่ในลูกชิ้นจากแป้งบุกนั้น ควรมีการศึกษาลักษณะองค์ประกอบของแป้งบุกที่จะใช้ให้เหมาะสมว่าจะต้องไม่สูงเกินไป เช่นในการทดลองที่ใช้แป้งบุกเติมลงไปในลูกชิ้นในระดับ 15% และ 20% เนื่องจากการที่มีการเติมปริมาณของแป้งบุกที่สูงเกินไปจะทำให้ลักษณะของลูกชิ้นนั้นมีลักษณะขรุขระไม่เนียนเรียบเมื่อรับประทานแล้วจะมีความรู้สึกว่ามียางเหนียวติดปากและติดมือ มีลักษณะเป็นเจลอยู่รอบ ๆ ลูกชิ้น เมื่อผ่าดูภายในจะมองเห็นเม็ด ๆ ของเจลบุกชัดเจน รวมทั้งสีจะมีสีเทาเข้มทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ในการทำการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกจะต้องใช้ส่วนผสมหลายอย่าง จึงอาจมีโอกาสผิดพลาดในการควบคุมระดับของสูตรการผลิตลูกชิ้น โดยเฉพาะปริมาณของแป้งบุก และในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้น ควรมีการควบคุมดูแลตลอดเวลาที่ทำการวิเคราะห์จึงควรปฏิบัติดังนี้

1. ทำการเตรียมวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตลูกชิ้นให้ครบถ้วน ซึ่งการผลิตลูกชิ้นนั้นจะต้องนำส่วนของเนื้อ และไขมันมาหมักกับเกลือไว้ล่วงหน้าก่อนเป็นเวลา 1 คืน เพื่อเกลือจะเป็นตัวป้องกันการระเหยของน้ำในตัวของเนื้อ และเกลือจะช่วยในการสกัดโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ดี

2. ขณะทำการผลิตลูกชิ้น เมื่อได้เตรียมส่วนผสมในแต่ละสูตรทั้ง 5 สูตรแล้วควรวางแยกกันเป็นแต่ละสูตรและทำการติดป้ายบอกเปอร์เซนต์ของแป้งบุกที่ใช้ในระดับที่แน่นอนให้ชัดเจนเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการผลิต

3. การเพิ่มระยะเวลาการบดผสมให้นานขึ้นในกรณีของเปอร์เซนต์บุกที่ใช้เติมลงในระดับที่สูงเพื่อจะได้ทำให้เกิดลักษณะการเกิดอิมัลชั่น (emulsion) ได้ดีขึ้น เพื่อลูกชิ้นที่ผลิตออกมาจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้น

4. ในการทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นบุก เนื่องจากมีการใช้เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ และวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นก่อนการทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในแต่ละด้านควรทำการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ และการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมก่อนเพื่อในระหว่างการทำการทดลองจะไม่มีการผิดพลาด และค่าที่ได้ออกมาจะไม่เกิดการผิดพลาด

5. ในการที่ต้องใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ในต่างสถานที่ควรทำการติดต่อไว้ล่วงหน้าก่อนเพื่อเกิดความสะดวกในการผลิตลูกชิ้น และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


จรัล อิสระมงคลพันธุ์. 2537. "กลูโคแมนแนน (Glucomannan) สารอาหารสำคัญในหัวบุกไข่ (Amorphophallus oncophyllus)". สำนักงานโครงการจัดตั้งสถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบเกษตรในวิกฤต. ปีที่ 1 ฉบับที่ 4 (มีนาคม - เมษายน). น.7 – 12.

ณหทัย พีระปกรณ์. 2530. สถิติเบื้องต้น. โครงการตำรา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ วิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 369 น.

ธเนศ อิสระมงคลพันธุ์. 2538. คู่มือการทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ. 20 น.

บุปผา เดชะภัทรพร. 2535. การสกัดผงบุกจากหัวบุกและการเตรียมผลิตภัณฑ์เจล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 105 น.

มาลินี พิทักษ์. 2539. พืชหัวของไทย : มันเทศและเผือก. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร. 74 น.

มงคล เกษประเสริฐและอรนุช เกษประเสริฐ. 2540. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการการผลิตบุกเนื้อทรายหรือบุกเพื่อการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กองพฤษชีพการวิทยา กองพฤกษาศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 19 น.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ และ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 270 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สหมิตรออฟเซต. 135 น.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัฒนา วิริวุฒิกร. 2540. "บุกอาหารลดน้ำหนัก". อาหาร. ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มีนาคม). น 44-45.

วันดี กฤษณพันธ์. 2538. เกร็ดความรู้สมุนไพร. เมดิคัล มีเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ : 45 น.

เสาวภา บูรณวัฒนาโชค. 2540. ผลิตภัณฑ์จากแป้งบุก. สัมมนาปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 น.

สวนพฤกศาสตร์, องค์การ. 2540. สวนพฤกศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ : Queen Sirikit Botanic Garden เล่ม 3. 250 น.

หรรษา จักรพันธ์ ณ อยุธยา. 2527. พืชสะสมแป้ง (เป็นอาหารและยา). เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ กรมวิชาการเกษตร. 13 น.

_____และอรนุช เกษประเสริฐ. 2532. พืชสมุนไพร-พืชหอม. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 1. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 109 น.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2538. "แป้งบุกการผลิตสมบัติบางประการและการนำไปใช้ประโยชน์". อาหาร. ปีที่ 25 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม-ธันวาคม) น. 238-242.

_____. 2540. "การผลิตไส้กรอกหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก". อาหาร. ปีที่ 27 ฉบับที่1 (มกราคม-มีนาคม). น.36-43.

_____. 2541. "การลดไขมันในผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ด้วยแป้งบุก". อาหาร. ปีที่ 28 ฉบับที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน). น. 11-123.

AOAC. 1990. Official method of analysis 15 th ed. The Association of official Analysis Chemists. Washington D.C. 1298 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

**ตัวอย่างแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส**

**แบบทดสอบ Hedonic Scale Test**

ชื่อผู้ทดสอบ_____

ชื่อตัวอย่าง ลูกชิ้น_____

วันที่ _____

**คำชี้แจง**

1. ให้ทดสอบตัวอย่างที่มีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับคือ 432 579 638 715 และ 368 ในการทดสอบนี้ผู้ทดสอบสามารถทดสอบซ้ำได้ โดยประเมินระดับความชอบตามคะแนน ดังนี้

| ระดับความชอบ | คะแนน |
|---|---|
| ชอบมากที่สุด | 9 |
| ชอบมาก | 8 |
| ชอบปานกลาง | 7 |
| ชอบเล็กน้อย | 6 |
| เฉย ๆ | 5 |
| ไม่ชอบเล็กน้อย | 4 |
| ไม่ชอบปานกลาง | 3 |
| ไม่ชอบมาก | 2 |
| ไม่ชอบมากที่สุด | 1 |

**คำสั่ง** ให้ระบุระดับความชอบที่ประเมินได้ในด้านลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างทั้งหมด โดยใช้ระดับคะแนน 9 คะแนน ให้กรอกคะแนนที่ประเมินได้ลงในช่องว่างตามรหัสของตัวอย่าง

| คุณลักษณะที่ประเมิน | ระบุคะแนนแสดงระดับคุณภาพ (9 - 1) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 432 | 579 | 638 | 715 | 368 |
| 1. สี | | | | | |
| 2. กลิ่น | | | | | |
| 3. รสชาติ | | | | | |
| 4. ลักษณะเนื้อสัมผัส | | | | | |
| 5. การยอมรับโดยรวม | | | | | |

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข.

**การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูที่ผู้บริโภคยอมรับโดยวิธี AOAC (1990)**

**1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture contents)**

อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานโลหะหรือจากกระเบื้องเคลือบ (porcelain dish) หรือกระป๋องสำหรับหาความชื้น (moisture can)

2. ตู้อบลมร้อน หรือตู้อบสูญญากาศ

3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

4. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. บันทึกลักษณะตัวอย่าง

2. เตรียมตัวอย่างอาหาร

3. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5-10 กรัม ใส่ลงในกระป๋องโลหะ (aluminum can) พร้อมฝาปิดที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน ถ้าตัวอย่างมีความหนืดสูงอาจเติมทรายที่อบแห้งและทราบน้ำหนักใส่ลงไปด้วย

4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง เปิดฝาขณะอบ จากนั้นนำจานโลหะออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักและนำไปอบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนได้น้ำหนักคงที่

5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(A-B) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}}$$

A= น้ำหนัก aluminum can + น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B= น้ำหนัก aluminum can + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

ตัวอย่าง การหาปริมาณความชื้นของลูกชิ้นหมูที่ 0%

$$\text{เปอร์เซ็นต์} = \frac{(24.6428 - 21.2116) \times 100}{5.023}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 68.3097 %

**ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น**

ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 - 10 กรัม

↓

นำตัวอย่างอาหารใส่ลงในจานแพลตตินัม หรือจานกระเบื้อง

↓

นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 - 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

↓

นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

↓

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

<u>ภาพที่ 8 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น</u>

**2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านโปรตีน**

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. คะตะลิสต์ผสม (โปตัสเซียมซัลเฟตปราศจากน้ำ 100 กรัม, คอปเปอร์ซัลเฟต 7 กรัม)
2. กรดซัลฟูริคเข้มข้น 93-98%
3. เมธิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red)
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40
5. สารละลายกรดกำมะถัน ($H_2SO_4$ 0.1 N)
6. สารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 3
7. indicator ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดแล้วชั่งประมาณ 0.2-1 กรัม ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณโปรตีนในตัวอย่างชนิดนั้น ๆ ใส่ใน digestion tube

2. ชั่ง catalyst mixture 10 กรัม ใส่ลงใน digestion tube โดยใส่ tube ที่มีตัวอย่างอาหาร

3. ใส่ cone $H_2SO_4$ ใส่ใน digestion tube โดยใส่ tube ละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ขึ้นอยู่กับปริมาณตัวอย่างที่ใช้

4. นำไปย่อยบน digestion block ที่เปิดรอไว้ก่อน 15 นาที โดยใช้ฝาครอบดูดไอครอบบนปาก digestion tube แล้วเปิดตัวดูดไอกรด (surubber) พอประมาณ

5. ย่อยตัวอย่างบนเตาเผาจนได้สารละลายในหลอดใส จึงยกหลอดย่อยออกจากเตาพร้อม ปิดเตาและวางบนที่วางให้สารละลายในหลอดเย็น จึงดูดไอกรด

ข้อควรระวัง เวลายกหลอดย่อยลงระวังอย่าให้สายยางดูดไอกรดพับเพราะจะทำให้ไอกรดไม่ถูกปล่อยออกไป

6. เมื่อสารละลายในหลอดย่อยเย็น นำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่น โดยจะมีการเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และเติม NaOH 70 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อย

7. นำ flask ที่บรรจุ 3% boric acid 70-100 มิลลิลิตร กับ mixed indicator 2-3 หยด ไปต่อกับเครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condersor จุ่มลงในสารละลายใน flask เพื่อจับแอมโมเนียที่จะออกมาขณะกลั่นจนได้สารละลายใน flask ประมาณ 150 มิลลิลิตร โดยระยะเวลาในการกลั่นประมาณ 5 นาที

8. นำสารละลายที่ได้ใน flask ไปไตเตรทกับ Std. $H_2SO_4$ 0.1 N จนหมดด่าง คือ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู จดปริมาณ Std. 0.1 N ที่ใช้ แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีน

การคำนวณ

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V1 - V2)\, N \times 1.4}{W}$$

N = ความเข้มข้นของ Std. H2SO4

V1 = ปริมาตรของ Std. $H_2SO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรท blank

V2 = ปริมาตรของ Std.- $H_2SO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรท ตัวอย่าง

W = น้ำหนักตัวอย่าง

$$\% \text{ Protein} = \%\text{Nitrogen} \times \text{Empirical factor}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การหาปริมาณโปรตีนของลูกชิ้นหมูที่ 0%

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(8.9 - 0)0.2 \times 1.4}{1.0788}$$

$$= 2.3099\ \%$$

$$\% \text{ Protein} = 2.3099 \times 6.25$$

$$= 14.4368\ \%$$

**ขั้นตอนการการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน**

ชั่งตัวอย่างอาหาร 0.5 gm (0.2-1.0 gm) ไม่รวมกระดาษกรอง

↓

นำตัวอย่างใส่ในหลอด

↓

เติม catalyst 10 g

↓

เติมกรดซัลฟูริค ($H_2SO_4$) 20 ml

↓

นำไปย่อยบนเตาประมาณ 15 นาที ยกลงทำให้เย็น

↓

นำตัวอย่างไปกลั่นต่อ โดยเติมน้ำกลั่นในหลอดทดลอง 100 ml

↓

เติมด่างโดยมีในเครื่อง 70 ml + ใส่เครื่องกลั่น

↓

เติม 4% boric acid 70-100 ml

↓

หยดอินดิเคเตอร์ลงไป

↓

กลั่นต่อ

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่ใน Erenmeyer flask ได้ 250 ml แล้วหยุดดึงออก

↓

ไตเตรทด้วย 0.1 N Standard

↓

คำนวณค่าปริมาณโปรตีน

ภาพที่ 9 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

**3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านไขมัน**

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ชุดสกัดไขมัน (soxhlet apparatus)
2. กระบอกตวง
3. บีกเกอร์
4. ตู้อบ
5. โถดูดความชื้น
6. hot plate
7. anhydrous ether (petroleum ether)
8. กรวยแยก (separatory funnel)
9. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
10. หม้อต้มน้ำแบบปรับอุณหภูมิได้ (water bath)
11. เอธิลแอลกอฮอล์ และ ไดเอธิลอีเทอร์
12. กรดเจือจาง (กรดเกลือ : น้ำ = 25 : 11 โดยปริมาตร)

วิธีการหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

1. บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร

2. บดตัวอย่างอาหารที่อบแห้งแล้ว ชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 5-10 กรัม (ตามความเหมาะสม) ใส่ใน thimber ปิดด้านบนของตัวอย่างอาหารด้วยสำลีที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว (defatted-cotton wool) ป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำ thimble ใส่ในชุดแยกสกัด (extraction unit) ของเครื่องสกัด โดย thimble อยู่ใน extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ condenser ส่วนด้านล่างต่อกับบีกเกอร์ที่นำไปอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

4. เติม anhydrous ether เช่น ปิโตรเลียมอีเทอร์ ประมาณ 150 ml ลงในบีกเกอร์ ต่อสายยางนำน้ำเข้าออกจาก condenser ของเครื่องสกัดไขมัน S306MK

5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์ครั้งแรก})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง(กรัม)}} \times 100$$

ตัวอย่าง การหาปริมาณไขมันของลูกชิ้นหมูที่ 0 %

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(146.3143 - 144.2868)}{5.0135} \times 100$$

$$= 40.4408 \%$$

**ขั้นตอนการหาปริมาณไขมัน**

ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์

↓

บดตัวอย่างอาหาร

↓

นำตัวอย่างอาหารห่อกระดาษกรองใส่ลงใน thimble

↓

ชั่งน้ำหนักอาหารแล้วจดค่าไว้

↓

นำเอาตัวอย่างอาหารเข้าเครื่อง soxhlet apparetus โดยบีกเกอร์อยู่ด้านล่าง

↓

เติม petroleim ether 150 ml

↓

ระเหยเอา petroleim ether ออก ด้วยเครื่องนาน 30 นาที

↓

นำตัวอย่างไปอบในตู้ 105 องศาเซลเซียส

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใส่ใน disicator ทิ้งไว้ให้เย็น

↓

ชั่งน้ำหนัก = ไขมัน + บีกเกอร์ (g)

ภาพที่ 10 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

**4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านเยื่อใย**

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องย่อยเยื่อใย
2. digestion beaker
3. Erlenmeyer flask ที่ติดกับ กรวยแยกที่เป็นกระเบื้อง
4. crucible
5. เตาเผา
6. ตู้อบ
7. $H_2SO_4$ 1.25% (0.225 N)
8. NaOH 1.25% (0.312 N)
9. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร

2. นำตัวอย่างที่สกัดเอาไขมันและระเหยความชื้นออกแล้ว บดแล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม

3. ใส่ตัวอย่างลงใน digestion beaker แล้วเติมสารละลายกรดกำมะถัน 1.25% (ที่อุ่นให้ร้อนในโถแก้ว) จำนวน 200 มิลลิลิตร นำไปย่อยนาน 30 นาที เพื่อสลายคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนโดยระหว่างการย่อยนำลูกแก้วที่เป็นตัวระบายความร้อนวางปิดบน Digestion beaker

4. เมื่อย่อยเสร็จแล้วกรองตะกอนผ่านผ้ากรองบน ผูกผ้าขาวบางให้ตึงติดกับกรวยแยกที่ต่อกับ Erlenmeyer flask

5. ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนประมาณ 3 ครั้ง จนหมดกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ใช้ช้อนสแตนเลสขูดตะกอนกลับลงในบีกเกอร์ แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% ที่ร้อน จำนวน 200 มิลลิลิตร นำไปย่อยนาน 30 นาที โดยในระหว่างการย่อยนำลูกแก้วที่เป็นตัวระบายความร้อนวางปิดบน Digestion beaker เหมือนเดิม

7. กรองตะกอนที่ย่อยเสร็จแล้วกรองผ่านผ้าขาวบางโดยผูกผ้าให้ตึงติดกับกรวยแยกที่ต่อกับ Erlenmeyer flask ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง

8. ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 3 ครั้งจนหมดด่าง

9. นำช้อนสแตนเลสขูดตะกอนใส่ลงใน Crucible ไปอบแห้งในตู้อบ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไว้

10. แล้วนำไปเผาใน muffle furnace ที่ 550 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไว้ น้ำหนักที่หายไป คือ น้ำหนักของเยื่อใย

11. คำนวณหาปริมาณเยื่อใยในตัวอย่างอาหาร

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปเป็นกรัม} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

ตัวอย่าง การหาปริมาณเยื่อใยของลูกชิ้นหมูที่ 0%

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{0.0023 \times 100}{1.5871}$$

$$= 0.1449 \%$$

**ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย**

ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 g (Fo)

↓

นำตัวอย่างอาหารใส่ลงใน crucible

↓

นำ Erlenmeyer flask ไปต่อกับกรวยกรองที่เป็นกระเบื้อง

↓

เติม 1.25% $H_2SO_4$ (ที่เดือด) 200 ml

↓ → ต้มให้เดือด 30 นาที

กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางที่ผูกตึงไว้กับกรวยกรอง

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ใช้ช้อนสแตนเลสขูดตะกอนกลับลงไปใน digestion beaker

↓

เติม 1.25% NaOH (ที่เดือด) 200 ml

↓ ——→ ต้มให้เดือด 30 นาที

กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางที่ผูกตึงไว้กับกรวยกรอง

↓

ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง จนหมดด่าง

↓

กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางที่ผูกติดกับกรวยกรอง

↓

นำช้อนสแตนเลสขูดตะกอนออกนำไปใส่ใน crucible ไปอบที่ 250 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

↓

ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

↓

ชั่งน้ำหนัก (F1)

↓

นำไปเผาที่ 550 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

↓

ทำให้เย็นใน Discator

↓

ชั่งน้ำหนัก (F2)

↓

หา % Crude Fiber = $\frac{F1 - F2}{Fo} \times 100$

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

**5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณเถ้า**

อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานแพลตตินัม หรือจานกระเบื้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เตาเผา (muffle furnace)

3. โถดูดความชื้น

4. กระดาษกรองเบอร์ 40

5. กรดมะถันเข้มข้น (conc. $H_2SO_4$ ) หรือกรดเกลือ (HCl)

6. กรดเกลือเข้มข้น 2 N

วิธีการ

1. บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร

2. เตรียมตัวอย่างอาหาร

3. เตรียมจานสำหรับใส่ตัวอย่างอาหาร เขียนหมายเลขไว้ที่ตัวจานป้องกันการผิดพลาด

4. เผาจานแพลตตินัมหรือจานกระเบื้องซิลิก้าที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักของจานเปล่า

**ก. การหาปริมาณเถ้าทั้งหมด (total ash)**

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2-5 กรัม ใส่ลงในจานสำหรับหาเถ้า ถ้าตัวอย่างเป็นของเหลวให้นำไปทำให้แห้งบนหม้อต้มน้ำที่ปรับอุณหภูมิได้

2. นำตัวอย่างอาหารไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500-550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ไม่มีส่วนที่เป็นสีดำเหลืออยู่ (ระยะเวลาที่ใช้เผาขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณตัวอย่าง) นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักเถ้า

3. คำนวณ % เถ้า (% Totai ash) = $\frac{\text{น้ำหนักของเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$

ตัวอย่าง การหาปริมาณเถ้าทั้งหมดของลูกชิ้นที่ 0 %

$$\% \text{ เถ้า (\% Total ash)} = \frac{(42.3402 - 41.5452) \times 100}{5.0461}$$

**ขั้นตอนการหาปริมาณเปอร์เซ็นต์เถ้าทั้งหมด (% Total ash)**

ชั่งตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม

↓

นำตัวอย่างอาหารใส่ลงในจานแพลตตินัม หรือจานกระเบื้อง

↓

นำตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผาจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

↓

ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

↓

คำนวณหา % เถ้า (% Total ash)

ภาพที่ 12 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์เซ็นต์เถ้าทั้งหมด (%Total ash)

**ข. การหาปริมาณเถ้าที่ละลายและไม่ละลายในกรด (acid soluble and insoluble ash)**

Soluble ash หมายถึง แร่ธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างอาหารที่มีคุณค่าทางอาหาร เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์ ซัลเฟตและฟอสเฟต ส่วน Acid insoluble ash (AIA) หมายถึง แร่ธาตุพวกไม่มีคุณค่าอาหาร เช่น แร่ธาตุต่างๆ ที่รวมกันเป็นสารประกอบที่ไม่สามารถละลายในกรดเกลือได้ และสารจำพวก Silica

1. นำเถ้าทั้งหมดที่ได้จากข้อ ก. มาเติมกรดเกลือความเข้มข้น 10 N จำนวน 3-4 มิลลิลิตร นำไประเหยแห้งบน hot plate โดยใช้ไฟอ่อน ๆ (เพื่อกันการกระเด็นของกรด) นานประมาณ 1 ชั่วโมง

2. เติมกรดเกลือ (HCl) 2 N จำนวน 20-25 ml ต้มต่อไปนาน 5-10 นาที

3. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 40 ชนิดปราศจากเถ้า แล้วล้างตะกอนที่กรองได้บนกระดาษด้วยน้ำร้อน ล้างจนหมดกรด (ทดสอบโดยใช้กระดาษลิตมัส)

4. นำกระดาษกรองที่มีตะกอนไปใส่ในจานสำหรับหาเถ้าใบเดิม แล้วนำไปเผาซ้ำในเตาเผาให้เป็นเถ้าอีกครั้งหนึ่งนาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่ได้

5. คำนวณหาปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

$$\% \text{ ของเถ้าที่ไม่ละลายในกรด} = \frac{(A - B) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

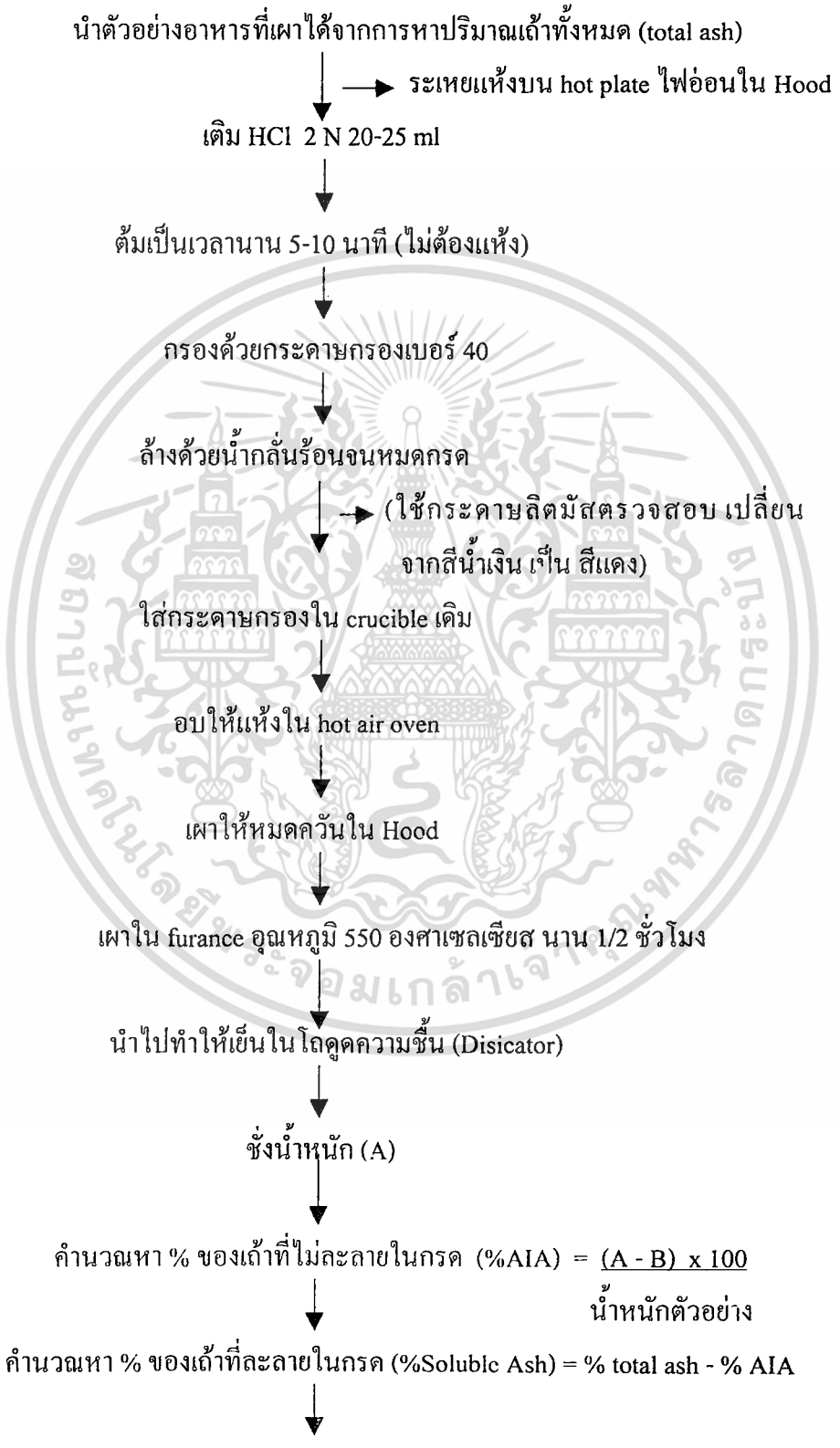
A : น้ำหนักถ้วยเผา + เถ้า

B : น้ำหนักถ้วยเผา

% ของเถ้าที่ละลายในกรด = %Total ash - %AIA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าที่ละลายและไม่ละลายในกรด (acid soluble and insoluble ash = AIA)**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

↓

ปริมาณ % เถ้า

ภาพที่ 13 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าที่ละลายและไม่ละลายในกรด (acid soluble and insoluble ash)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค.

**การเก็บผลการทดลอง**

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 15 ชุด และผู้ทดสอบ 15 คน นำผลการยอมรับของผู้ทดสอบทั้งหมดมาคิดคะแนนเฉลี่ยและคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Hedonic Scale Test จากการผลิตลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกโดยมีการใช้เปอร์เซ็นต์ของแป้งบุกที่แตกต่างกัน คือ 0% , 5% , 10% , 15% , 20% ที่ผู้บริโภคจะยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง.

จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุกโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ในการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นล้วน ๆ จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสแล้ว นำค่าที่ได้นำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในเรื่อง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD) ซึ่งปรากฏผลดังนี้

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A = ใช้ปริมาณแป้งบุก 0 เปอร์เซ็นต์
B = ใช้ปริมาณแป้งบุก 5 เปอร์เซ็นต์
C = ใช้ปริมาณแป้งบุก 10 เปอร์เซ็นต์
D = ใช้ปริมาณแป้งบุก 15 เปอร์เซ็นต์
E = ใช้ปริมาณแป้งบุก 20 เปอร์เซ็นต์

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉย ๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

| ผู้ทดสอบ ลำดับ | A = 0 % 579 | B = 5 % 368 | C = 10 % 432 | D = 15 % 638 | E = 20 % 715 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 7 | 7 | 6 | 6 | 31 |
| 2 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 | 23 |
| 3 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 35 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| 5 | 8 | 5 | 7 | 3 | 4 | 27 |
| 6 | 9 | 7 | 8 | 5 | 5 | 34 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| 8 | 7 | 5 | 6 | 6 | 7 | 31 |
| 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 5 | 33 |
| 10 | 8 | 7 | 5 | 6 | 4 | 30 |
| 11 | 6 | 7 | 6 | 8 | 5 | 32 |
| 12 | 8 | 9 | 6 | 7 | 5 | 35 |
| 13 | 5 | 7 | 6 | 6 | 5 | 29 |
| 14 | 8 | 4 | 6 | 4 | 4 | 26 |
| 15 | 7 | 7 | 6 | 5 | 5 | 30 |
| Total | 103 | 94 | 91 | 83 | 75 | 446 |
| Sample mean | 6.86 | 6.26 | 6.06 | 5.53 | 5 | |

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่อง สี มีดังนี้

ANOVA

| SOV | DF | SS | MS | $F_{cal}$ | $F_{0.05}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sample | 4 | 30.453 | 7.6135 | 7.0652 | 2.52 |
| Judges | 14 | 40.987 | 2.9276 | 2.7167 | 1.92 |
| Error | 56 | 60.347 | 1.0776 | | |
| Total | 74 | 131.787 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

| ผู้ทดสอบ ลำดับ | A = 0 % 579 | B = 5 % 368 | C = 10 % 432 | D = 15 % 638 | E = 20 % 715 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 5 | 8 | 7 | 5 | 29 |
| 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 20 |
| 3 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 35 |
| 4 | 7 | 6 | 5 | 4 | 5 | 27 |
| 5 | 7 | 5 | 6 | 2 | 4 | 24 |
| 6 | 7 | 2 | 7 | 5 | 7 | 28 |
| 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 30 |
| 8 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 25 |
| 9 | 7 | 6 | 5 | 8 | 7 | 33 |
| 10 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 24 |
| 11 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 32 |
| 12 | 7 | 4 | 6 | 8 | 9 | 34 |
| 13 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 27 |
| 14 | 6 | 4 | 5 | 5 | 4 | 24 |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 |
| Total | 90 | 74 | 84 | 80 | 84 | 412 |
| Sample mean | 6 | 4.93 | 5.6 | 5.33 | 5.6 | |

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่อง กลิ่น มีดังนี้

ANOVA

| SOV | DF | SS | MS | $F_{cal}$ | $F_{0.05}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sample | 4 | 9.28 | 2.32 | 1.3274 | 2.52 |
| Judges | 14 | 62.747 | 4.4819 | 2.5424 | 1.92 |
| Error | 56 | 98.72 | 1.7628 | | |
| Total | 74 | 170.747 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ

| ผู้ทดสอบ ลำดับ | A = 0 % 579 | B = 5 % 368 | C = 10 % 432 | D = 15 % 638 | E = 20 % 715 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 7 | 6 | 5 | 5 | 27 |
| 2 | 4 | 6 | 3 | 3 | 3 | 19 |
| 3 | 8 | 7 | 6 | 8 | 6 | 35 |
| 4 | 7 | 5 | 4 | 4 | 5 | 25 |
| 5 | 7 | 4 | 6 | 1 | 2 | 20 |
| 6 | 9 | 2 | 6 | 4 | 6 | 27 |
| 7 | 4 | 4 | 4 | 6 | 2 | 20 |
| 8 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 20 |
| 9 | 9 | 6 | 5 | 5 | 5 | 30 |
| 10 | 6 | 5 | 4 | 5 | 4 | 24 |
| 11 | 9 | 8 | 7 | 4 | 4 | 32 |
| 12 | 9 | 8 | 5 | 6 | 4 | 32 |
| 13 | 7 | 5 | 6 | 5 | 5 | 28 |
| 14 | 8 | 5 | 4 | 4 | 4 | 25 |
| 15 | 8 | 7 | 3 | 3 | 3 | 24 |
| Total | 104 | 84 | 72 | 66 | 62 | 388 |
| Sample mean | 6.93 | 5.6 | 4.8 | 4.4 | 4.13 | |

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่อง รสชาติ มีดังนี้

ANOVA

| SOV | DF | SS | MS | Fcal | $F_{0.05}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sample | 4 | 76.48 | 19.12 | 10.3033 | 2.52 |
| Judges | 14 | 68.347 | 4.8819 | 2.6307 | 1.92 |
| Error | 56 | 103.92 | 1.8557 | | |
| Total | 74 | 248.747 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

| ผู้ทดสอบ ลำดับ | A = 0 % 579 | B = 5 % 368 | C = 10 % 432 | D = 15 % 638 | E = 20 % 715 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 7 | 7 | 5 | 5 | 30 |
| 2 | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 15 |
| 3 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 35 |
| 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 23 |
| 5 | 6 | 4 | 5 | 1 | 2 | 18 |
| 6 | 8 | 2 | 5 | 2 | 1 | 18 |
| 7 | 7 | 5 | 6 | 8 | 4 | 30 |
| 8 | 8 | 4 | 7 | 6 | 2 | 27 |
| 9 | 8 | 5 | 6 | 6 | 7 | 32 |
| 10 | 8 | 7 | 4 | 6 | 5 | 30 |
| 11 | 8 | 7 | 6 | 3 | 3 | 27 |
| 12 | 9 | 5 | 3 | 6 | 4 | 27 |
| 13 | 5 | 7 | 7 | 4 | 5 | 28 |
| 14 | 7 | 4 | 4 | 4 | 3 | 22 |
| 15 | 8 | 4 | 4 | 3 | 2 | 21 |
| Total | 108 | 76 | 77 | 67 | 55 | 383 |
| Sample mean | 7.2 | 5.06 | 5.13 | 4.46 | 3.66 | |

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่อง ลักษณะเนื้อสัมผัส มีดังนี้

ANOVA

| SOV | DF | SS | MS | Fcal | $F_{0.05}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sample | 4 | 103.013 | 25.7532 | 14.9319 | 2.52 |
| Judges | 14 | 93.547 | 6.6819 | 3.8742 | 1.92 |
| Error | 56 | 96.587 | 1.7247 | | |
| Total | 74 | 293.147 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับโดยรวม

| ผู้ทดสอบ<br>ลำดับ | A = 0 %<br>579 | B = 5 %<br>368 | C = 10 %<br>432 | D = 15 %<br>638 | E = 20 %<br>715 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 8 | 8 | 6 | 5 | 32 |
| 2 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 18 |
| 3 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 35 |
| 4 | 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | 26 |
| 5 | 7 | 4 | 5 | 1 | 3 | 20 |
| 6 | 9 | 2 | 5 | 2 | 1 | 19 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |
| 8 | 7 | 5 | 6 | 6 | 4 | 28 |
| 9 | 9 | 7 | 7 | 6 | 6 | 35 |
| 10 | 8 | 7 | 4 | 6 | 5 | 30 |
| 11 | 9 | 8 | 7 | 5 | 6 | 35 |
| 12 | 9 | 5 | 4 | 6 | 3 | 28 |
| 13 | 8 | 6 | 6 | 5 | 6 | 31 |
| 14 | 7 | 4 | 5 | 3 | 2 | 21 |
| 15 | 7 | 7 | 5 | 4 | 3 | 26 |
| Total | 108 | 85 | 83 | 71 | 62 | 409 |
| Sample mean | 7.2 | 5.66 | 5.53 | 4.73 | 4.13 | |

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก ในเรื่อง การยอมรับโดยรวม มีดังนี้

ANOVA

| SOV | DF | SS | MS | Fcal | $F_{0.05}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sample | 4 | 80.453 | 20.1132 | 12.7492 | 2.52 |
| Judges | 14 | 95.787 | 6.8419 | 4.3369 | 1.92 |
| Error | 56 | 88.347 | 1.5776 | | |
| Total | 74 | 264.587 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในคุณลักษณะต่าง ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA Analysis สามารถคำนวณค่างต่าง ๆ ได้จากวิธีการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การคำนวณค่า Analysis of variance (CRD) ทดสอบการยอมรับโดยรวมของลูกชิ้นหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก

1. การคำนวณหา C.F. (Corection factor)

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(409)^2}{75}$$

$$= 2230.413$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree or freedom)

2.1 df sample

= จำนวนตัวอย่าง - 1

= 5 – 1

= 4

2.2 df judges

= จำนวนผู้ทดสอบ - 1

= 15 – 1

= 14

2.3 df Error

= df total - df judges - df Sample

= 74 – 14 – 4

= 56

2.4 df Tatal

= จำนวนการตรวจ - 1

= 75 – 1

= 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหา SS (Sum of square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

6.1 SS , Sample = $\frac{\text{(ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample)}^2}{\text{(จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample)}}$ - CF

= $\frac{[108^2 + 85^2 + \ldots + 62^2]}{15}$ - 2230.413

= 80.453

6.2 SS , judges = $\frac{\text{(ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges)}^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges}}$ - CF

= $\frac{[32^2 + 18^2 + \ldots + 26^2]}{5}$ - 2230.413

= 95.787

6.3 SS , total = (ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า)$^2$ - CF

= $5^2 + 3^2 + \ldots 3^2$ - 2230.413

= 264.587

6.4 SS , error = SS total - SS judges - SS sample

= 264.587 - 95.787 -80.453

= 88.347

4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

7.1 MS , sample = $\frac{\text{SS Sample}}{\text{df Sample}}$

= $\frac{80.453}{4}$

= 20.1132

7.2 MS , judges = $\frac{\text{SS judges}}{\text{df judges}}$

= $\frac{95.787}{14}$

= 6.8419

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 MS , error = SS error

df error

= 88.347

56

= 1.5776

5. คำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

8.1 F , Sample = MS Sample

MS Error

= 20.1132

1.5776

= 12.7492

8.2 F , judges = MS judges

MS error

= 6.8419

1.5776

= 4.3369

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าของตาราง ANOVA Analysis เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) ในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) ซึ่งถ้าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะต้องมีการเปรียบเทียบความแตกต่างกันของตัวอย่างโดยใช้วิธี Turdey ' s Test แต่ในกรณีที่ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่มีความจำเป็นที่จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะไม่ต่างกัน และ วิธีการเปรียบเทียบในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้วิธี Tukey ' s Test สามารถหาได้ดังนี้

1. เรียงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

A(7.2) B(5.66) C(5.53) D(4.73) E(4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณหาค่า Standard Error (SE) โดยมีสูตรการคำนวณคือ

$$SE = \sqrt{\frac{MSE}{replicate}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.5776}{15}}$$

$$= 0.3243$$

3. ได้ค่า SE แล้วเปิดตารางหา Significant Standentized Range at 5% โดย ดูจากจำนวนตัวอย่าง และค่า df error

ทำการเปิดตารางหาค่า Significant studentized Rang at 5% โดยเปิดที่จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 5 และดูค่า df error เท่ากับ 56 ได้ค่าคือ 3.98

4. คำนวณหาค่า Least Significant Difference (LSD) โดยใช้สูตรการคำนวณคือ

LSD = SE x Sig. Stuclent Range

= 0.3243 x3098

= 1.2907

โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่าค่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกันผลปรากฏค่าดังนี้

A(7.2) B(5.66)$^{ab}$ C(5.53)$^{ac}$ D(4.73)$^{bcd}$ E(4.13)$^{d}$

จากการคำนวณ F treatment ที่คำนวณได้ ในตารางที่ระดับ P = 0.05 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่างนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % , P < 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้