การคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคลและศึกษาเนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคล

YEAST SELECTION FOR PIZZA CHARCOAL PRODUCTION AND ITS TEXTURE AND SENSORY CHARACTERISTICS

กัญญาภรณ์ วงษ์สวัสดิ์
ผกาวดี สุขอิ่ม

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคลและศึกษาเนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคล

YEAST SELECTION FOR PIZZA CHARCOAL PRODUCTION AND ITS TEXTURE AND SENSORY CHARACTERISTICS

กัญญาภรณ์ วงษ์สวัสดิ์
ผกาวดี สุขอิ่ม

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

YEAST SELECTION OF PIZZA CHARCOAL PRODUCTION AND ITS TEXTURE AND SENSORY CHARACTERISTICS

KANYAPORN WONGSAWAT
PAKAWADEE SUKIM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคลและศึกษาเนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคล Yeast Selection for Pizza Charcoal Production and Its Texture And Sensory Characteristic
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกัญญาภรณ์ วงษ์สวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 57050795 นางสาวผกาวดี สุขอิ่ม รหัสนักศึกษา 57050854
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มงคล เพ็ญสายใจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ. วีนา ชูโชติ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง กรรมการ	
ผศ. มงคล เพ็ญสายใจ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ การคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคลและศึกษาเนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคล
Yeast Selection For Pizza Charcoal Production And Its Texture And Sensory Characteristic

ชื่อนักศึกษา นางสาวกัญญาภรณ์ วงษ์สวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 57050795
นางสาวผกาวดี สุขอิ่ม รหัสนักศึกษา 57050854

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มงคล เพ็ญสายใจ

บทคัดย่อ

การศึกษาการคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคล โดยศึกษาเนื้อสัมผัสและลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคลมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกยีสต์ทางการค้าจำนวน 8 ประเทศ ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดในการผลิตพิซซ่าจากนั้นทำการปรับปรุงสูตรเพื่อเพิ่มคุณค่าของพิซซ่าโดยการเติมชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันคือ 0 , 2 , 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ และทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคลด้วยเครื่อง Texture Analyzer รวมทั้งศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าเมื่อเติมชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale พบว่ายีสต์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุดคือพิซซ่าที่ทำจากยีสต์ตรา Qlshen ประเทศจีน จากข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์มีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุด และเมื่อทำการปรับปรุงสูตรพิซซ่าโดยการใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันคือ 0 , 2 , 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลทางสถิติพบว่า พิซซ่าที่ใส่ผงชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุด จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พิซซ่าที่เพิ่มผงชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับ 60.96$\pm$1.46 เปอร์เซ็นต์และเนื่องจากชาร์โคลมีคุณสมบัติในการดูดซับไขมัน ส่งผลให้มีปริมาณไขมันน้อยที่สุดเท่ากับ 16.02$\pm$0.22 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : คุณค่าทางโภชนาการ ชาร์โคล เนื้อสัมผัส พิซซ่า ยีสต์ ลักษณะทางประสาทสัมผัส

Title	Yeast Selection For Pizza Charcoal Production And Its Texture And Sensory Characteristic
Students	Miss Kanyaporn Wongsawat Student ID 57050795
	Miss Pakawadee Sukim Student ID 56050854
Degree	Bachelor of Science (Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Advisor	Asst. Prof. Mongkol Phensaijai

Abstract

The aimed of this was study about selection of suitable commercial yeast for pizza production from 8 countries including textures and sensory characteristics of charcoal pizza . The quality of the pizza was changed by adding charcoal at different ratios of 0%, 2%, 5% and 10%. The analysis of the pizza textures with texture analyzer was performed and study the sensory properties of the charcoal pizza by using the 9-point hedonic scale which had found that the most popular pizza was the pizza made with Qlshen yeast from China at statistical data 95% confidence level . When adding charcoal at different ratios of 0%, 2%, 5% and 10% the result showed that 10% charcoal pizza was the most accepted by consumers with the highest overall favor. Based on the nutritional analysis, Pizza with 10% charcoal powdered had the highest carbohydrate content of 60.97±1.46 % and due to fat absorbing properties of charcoal, this pizza had the lowest fat content of 16.03±0.22%.

Keyword: Characteristics , Charcoal , Nutrition , Pizza , Sensory , Texture , Yeast

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์มงคล เพ็ญสายใจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอดจนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีนา ชูโชติ และ รองศาสตราจารย์ ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง ที่ให้ความอนุเคราะห์มาเป็นประธานกรรมการและกรรมการสอบโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่และนักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาชีววิทยาที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ อีกทั้งยังช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวกับการทดลองและช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งขอขอบคุณความช่วยเหลือจากเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำการทดลองเป็นอย่างดีและสุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่คอยเป็นกำลังใจและแรงผลักดันให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีหากโครงงานพิเศษนี้มีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ทั้งหมด ส่วนประโยชน์และคุณค่าอันเกิดจากโครงงานพิเศษนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กัญญาภรณ์ วงษ์สวัสดิ์
ผกาวดี สุขอิ่ม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 พิซซ่า 3
2.1.1 ต้นกำเนิดของพิซซ่า 3
2.1.2 ส่วนประกอบของพิซซ่า 3
2.2 คุณลักษณะของพิซซ่า 4
2.2.1 คุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่า 4
2.2.2 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่า 5
2.3 ยีสต์ 6
2.3.1 สัณฐานวิทยาของยีสต์ 6
2.3.2 ลักษณะการเจริญของยีสต์ 7
2.3.3 สภาพแวดล้อมสำหรับการเจริญเติบโตของยีสต์ 8
2.3.4 สารอาหารของยีสต์ 9
2.3.5 การได้รับสารอาหารของยีสต์ 10
2.3.6 อุณหภูมิต่อการเจริญและกิจกรรมของยีสต์ 10
2.3.7 บทบาทของยีสต์ในอุตสาหกรรม 10
2.4 ชาร์โคล 11
2.4.1 คุณลักษณะของชาร์โคล 11
2.4.2 การเตรียมผงถ่านชาร์โคล 11
2.4.3 การประยุกต์ใช้ชาร์โคล 12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 13
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำพิซซ่า 13
3.1.1 วัตถุดิบในการทำแป้งพิซซ่า 13
3.1.2 วัตถุดิบในการทำหน้าพิซซ่า 16

3.2 วิธีการทดลอง 16
3.2.1 ขั้นตอนการวางแผนในการดำเนินงาน 16
3.2.2 การวัดการเจริญของยีสต์ 16
3.2.3 การผลิตยีสต์สด 17
3.2.4 การเลือกยีสต์เพื่อทำพิซซ่า 17
3.2.5 การปรับปรุงสูตรพิซซ่า 18
3.2.6 การทดสอบเนื้อสัมผัส 18
3.2.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 18
3.2.8 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ 18
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 19
4.1 การวัดการเจริญของยีสต์ 20
4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 20
4.3 การปรับปรุงสูตรพิซซ่า 20
4.4 การทดสอบเนื้อสัมผัส 21
4.5 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 21
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 25
เอกสารอ้างอิง 26
ภาคผนวก 28
ภาคผนวก ก 29
ภาคผนวก ข 30
ภาคผนวก ค 36
ภาคผนวก ง 42
ภาคผนวก จ 54

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ตารางแสดงการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าเพื่อคัดเลือกยีสต์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค 20
4.2 ตารางแสดงการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าเพื่ออัตราส่วนของชาร์โคลที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค 20
4.3 ตารางแสดงการทดสอบเนื้อสัมผัสของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 21
4.4 ตารางแสดงคุณค่าโภชนาการของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 22
ค.1 ตารางแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการคัดเลือกยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมต่อการทำพิซซ่า 37
ค.2 ตารางแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการคัดเลือกยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมต่อการทำพิซซ่า 40
ง.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Hardness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 42
ง.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Area ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 44
ง.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Cohesiveness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 46
ง.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Springiness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 48
ง.5 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Chewiness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 50
ง.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Gumminess ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 52
จ.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความชื้นของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 60
จ.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณโปรตีนของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิต 62
จ.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณไขมันของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 63
จ.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณเยื่อใยหยาบของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 65
จ.5 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณเถ้าของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 67
จ.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ 69

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพแสดงลักษณะการเพิ่มจำนวนของยีสต์	7
2.2 ภาพแสดงกราฟแสดงการเจริญเติบโตของยีสต์	8
2.3 ภาพแสดงผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมักของยีสต์	11
2.4 ภาพแสดงปฏิกิริยาการเกิดผลิตภัณฑ์(ชาร์โคล)	12
3.1 ยีสต์ชนิดที่ 1 ชื่อทางการค้า Tandaco จากประเทศออสเตรเลีย	13
3.2 ยีสต์ชนิดที่ 2 ชื่อทางการค้า Dolcela จากประเทศโครเอเชีย	13
3.3 ยีสต์ชนิดที่ 3 ชื่อทางการค้า **Дрожжи** จากประเทศรัสเซีย	14
3.4 ยีสต์ชนิดที่ 4 ชื่อทางการค้า Fantastico จากประเทศตุรกี	14
3.5 ยีสต์ชนิดที่ 5 ชื่อทางการค้า Patissier จากประเทศโปรตุเกส	14
3.6 ยีสต์ชนิดที่ 6 ชื่อทางการค้า Qlshen จากประเทศจีน	15
3.7 ยีสต์ชนิดที่ 7 ชื่อทางการค้า Tørgær จากประเทศเดนมาร์ก.	15
3.8 ยีสต์ชนิดที่ 8 ชื่อทางการค้า Hodgson Mill จากประเทศสวีเดน	15
4.1 รูปกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเซลล์และระยะเวลาในการเจริญของยีสต์	19
ข.1 รูปแสดงบริเวณที่ใช้นับเซลล์ขนาดใหญ่ (ก.) และภาพขยายของตารางตรงกลาง ที่ใช้นับเซลล์ขนาดเล็ก (ข.)	31
ข.2 รูปแสดงการทำ Serial dilution	31
ข.1 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Tandaco ชั่วโมงที่ 7	32
ข.2 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Dolcela ชั่วโมงที่ 7	32
ข.3 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า **Дрожжи** ชั่วโมงที่ 9	33
ข.4 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Fantastico ชั่วโมงที่ 9	33
ข.5 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Patissier ชั่วโมงที่ 9	34
ข.6 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Qlshen ชั่วโมงที่ 11	34
ข.7 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Tørgær ชั่วโมงที่ 9	35
ข.8 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Hodgson Mill ชั่วโมงที่ 11	35
ค.1 รูปแสดงใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกยีสต์ที่ เหมาะสมในการทำพิซซ่า	36
ค.2 รูปแสดงใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดอัตราส่วน ชาร์โคลที่เหมาะสมในการทำพิซซ่า	39

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันพิซซ่าเป็นหนึ่งในอาหารประเภทฟาสท์ฟู้ดที่เป็นที่นิยมของคนทั่วโลก กล่าวได้ว่าความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะเป็นอาหารที่ทานง่าย สะดวก สามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาดและยังมีรสชาติอร่อยถูกปากสามารถเลือกหน้าพิซซ่าได้ตามความต้องการและยังตอบโจทย์ในเรื่องของการดำรงชีวิตของคนในปัจจุบัน พิซซ่ายังมีสูตรในการผลิตที่หลากหลาย เช่น ลักษณะของแป้งพิซซ่า และเครื่องเคียง ที่แตกต่างกันไปเพื่อตอบสนองความต้องการขอผู้บริโภค มีการนำวัตถุดิบต่างๆ เช่น ยีสต์มาใช้เป็นส่วนผสมหลักและเป็นปัจจัยหลักในการทำพิซซ่าเพราะยีสต์ช่วยให้แป้งขึ้นฟู โดยในการหมักเมื่อใส่ลงในส่วนผสมที่มีทั้งแป้ง นม น้ำตาล ซึ่งเป็นอาหารของยีสต์ เมื่อยีสต์กินเป็นอาหารแล้วเจริญเติบโตสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงทำให้แป้งขึ้นฟู เนื้อนุ่ม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว นิยมใช้ในการทำขนมปังชนิดต่างๆ โดนัท เพสตรี้และพิซซ่าเป็นต้น

ชาร์โคล หรือ ผงถ่านแอคติเวทชาร์โคล (Activated Charcoal) หรือ ผงคาร์บอนกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นถ่านที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ เช่น เปลือกไม้หรือไม้ไผ่ หากนำไปใช้ในการประกอบอาหารต่างๆ ชาร์โคลจะต้องผ่านการเผาในอุณหภูมิที่สูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส การใช้ชาร์โคลในอาหารนั้นเพื่อให้อาหารมีกลิ่นหอม เช่น ประเทศไทยนำถ่านดังกล่าวไปผสมในขนมที่ต้องการให้มีสีดำ เช่น ขนมเปียกปูน เป็นต้น หรืออย่างประเทศเกาหลีมักจะใส่ถ่านดังกล่าวลงไปพร้อมกับการหุงข้าว เพราะจะทำให้ข้าวสุกเร็วและดับกลิ่นได้นั่นเอง ส่วนทางการแพทย์มักจะนำผงคาร์บอนกัมมันต์หรือชาร์โคลมาใช้ดูดซับสารพิษที่ผู้ป่วยรับประทานเข้าไปหรือการรับประทานยาที่เกินขนาด

ในปัจจุบันชาร์โคลกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในด้านอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรมดังกล่าวมักจะนำชาร์โคลเข้ามาใช้ประกอบผลิตภัณฑ์อาหารรวมไปถึงข้าวของเครื่องใช้ต่างๆที่จำเป็นในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นขนมปัง เบเกอรี่ต่างๆ ไอศกรีม สบู่ โฟมล้างหน้า แปรงสีฟัน ยาสีฟัน อีกทั้งยังถูกนำมาใช้ในวงการแพทย์เพื่อนำไปผสมกับยา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา เช่น ผสมในยาลดกรด ยาช่วยย่อยอาหาร ยาขับลม เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะคัดเลือกยีสต์ที่มีแหล่งผลิตจากหลากหลายประเทศ เพื่อให้ได้ยีสต์ที่ทำพิซซ่ามีรสชาติที่แตกต่างกันเพื่อตอบโจทย์และตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด ทั้งนี้ผู้ศึกษายังสนใจในเรื่องของคุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่าและการเพิ่มมูลค่าของอาหารโดยการปรับปรุงสูตรโดยใส่ส่วนผสมที่เป็น ชาร์โคล เพื่อตอบโจทย์ในการเลือกซื้อของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในการผลิตพิซซ่า

2) เพื่อศึกษาปริมาณชาร์โคลที่เหมาะสมในการผลิตพิซซ่าและการยอมรับของผู้บริโภค

3) เพื่อคัดเลือกรสชาติของพิซซ่าเมื่อใช้ยีสต์ทางการค้าจำนวน 8 ประเทศ ที่ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

4) เพื่อเพิ่มคุณค่าของพิซซ่าโดยการเติมชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันคือ 0 ,2 ,5 และ10 เปอร์เซ็นต์

5) เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าเมื่อเติมชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการคัดเลือกยีสต์แห้งทางการค้าทั้งหมด 8 ประเทศ เพื่อหายีสต์ที่ใช้ทำพิซซ่าที่ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด และเมื่อได้ยีสต์ที่ต้องการจะทำการเพิ่มคุณค่าของพิซซ่าโดยการเติมชาร์โคล เพื่อศึกษาคุณสมบัติของชาร์โคลที่มีผลต่อคุณลักษณะของแป้งพิซซ่าโดยการเติมชาร์โคลลงในแป้งพิซซ่าในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 0 , 2 , 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้การทดสอบทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) และการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคด้วย วิธี 9-Point Hedonic Scale และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่า โดยหน้าพิซซ่าที่นำมาใช้ในการทดลองโครงงานพิเศษคือ หน้าต้มยำกุ้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบยีสต์ที่เหมาะสมและได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภค

2) ทราบถึงการเลี้ยงยีสต์สดเพื่อนำไปใช้ในการผลิตพิซซ่า

3) ทราบปริมาณชาโคลที่เหมาะสมและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

4) ทราบลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคล

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พิซซ่า

พิซซ่าจัดอยู่ในหมวดเดียวกับขนมปังแบบ flat bread หรือขนมปังที่มีลักษณะเนื้อแน่น แผ่นแบน ตกแต่งหน้าด้วยชีส ซอสมะเขือเทศและเครื่องเคียงต่างๆ

2.1.1 ต้นกำเนิดของพิซซ่า

เมื่อ 2200 ปีก่อนคริสตกาล ในประเทศอียิปต์ได้มีการผลิตขนมปังแบนเกิดขึ้น และทำการราดหน้าขนมปังด้วยเครื่องแกงต่างๆ เรียกขนมปังชนิดนี้ว่า “Dukka” และได้พบหลักฐานการทำขนมปังแบนในอิตาลีเมื่อ 4000ปีที่ผ่านมา ในช่วง 930-970 ปีก่อนคริสตกาล ค้นพบว่า ชาวเปอร์เซียและชาวกรีกเริ่มทดลองทำบางอย่างจนมีลักษณะคล้ายพิซซ่า แต่ยังไม่มีหลักฐานที่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าเป็นพิซซ่า มีเพียงแต่เอกสารที่ระบุไว้เมื่อ 12000 ปีก่อนคริสตกาล ว่าชาวอียิปต์บดเมล็ดหญ้าป่าลงในแป้งเพื่อทำขนมปัง ราดซอสรสชาติต่างๆลงบนขนมปัง และนำไปอบด้วยเถ้าของภูเขาไฟจนสุก แล้วจึงนำมาตัดแบ่งเป็น 8 ส่วนเท่าๆกัน เช่นเดียวกับพิซซ่าในสมัยปัจจุบัน

2.1.2 ส่วนประกอบของพิซซ่า

2.1.2.1 แป้งสาลี

แป้งเป็นส่วนผสมที่ทำให้เราสามารถแยกผลิตภัณฑ์แป้งสาลีอบออกจากชนิดอื่นได้ แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เกือบทุกชนิด แป้งสาลีทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว แป้งสาลีนั้นเมื่อนำมาผสมกับน้ำในสภาพที่เหมาะสมจะให้ก้อนโดยืดหยุ่นได้ ก้อนโดมีคุณสมบัติสามารถกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นในขณะทำการหมักได้ นอกจากนี้ก้อนโดยังมีคุณสมบัติทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นต่ำมีโครงสร้างเซลล์ที่เล็กและสม่ำเสมอกัน เมื่อกัดเคี้ยวจะทำให้มีความรู้สึกนุ่มและยืดหยุ่น ในการทำพิซซ่าจะใช้ แป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งแป้งสาลีอเนกประสงค์ ได้มาจากการผสมข้าวสาลีชนิดหนักและเบารวมกัน ทำให้เกิดโครงสร้างในผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปเมื่อสุก (ศรีประภา,2554)

2.1.2.2 น้ำตาล

นำตาลที่ใช้ในการทำพิซซ่า คือ น้ำตาลทราย (Granulated Sugar) น้ำตาลช่วยให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ ช่วยเก็บความชื้นของผลิตภัณฑ์

2.1.2.3 เกลือ

เกลือถูกเติมเพื่อเพิ่มรสชาติและช่วยเน้นให้รสชาติของส่วนผสมอื่นๆเด่นชัดขึ้น และควบคุมกระบวนการหมักโดยให้ผลทางออสโมติกแก่เซลล์ยีสต์ทำให้มีผลต่อการหมัก ถ้ามีแรงดันออสโมติกสูงขึ้นอัตราเร็วในการเกิดการหมักด้วยยีสต์จะลดลง เนื่องจากยีสต์ขาดน้ำทำให้ส่งผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) กล่าวคือ ถ้าให้เกลือมากเกินไปจะขัดขวางกระบวนการหมักไม่ให้เป็นไปอย่างเหมาะสม แต่ถ้าไม่ใส่เกลือจะทำให้การหมักเป็นไปอย่างรวดเร็วเกินไปจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อหยาบและรสชาติไม่ดี

2.1.2.4 น้ำมันพืช

น้ำมันจะเป็นตัวช่วยให้เกิดความอ่อนนุ่ม ให้กลิ่นและรสที่ดี ช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ทำให้ปริมาณเกลือและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น และช่วยในการหล่อลื่นกลูเตน ก้อนแป้งจะยอมให้ก๊าซที่ช่วยในการขึ้นฟูแพร่กระจายและขยายตัวได้สะดวกขึ้น ทำให้ขนมปังมีปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้เนื้อไม่แน่นและไม่ขึ้นฟู

2.1.2.5 น้ำ

น้ำเป็นส่วนสำคัญเนื่องจากน้ำจะช่วยในการรวมตัวของโปรตีนในแป้งสาลีให้เกิดเป็นกลูเตนที่จะกลายเป็นโดที่มีความนุ่ม ยืดหยุ่นดี น้ำที่ใช้ได้ดีควรเป็นน้ำที่มีความกระด้างปานกลาง จะช่วยควบคุมความหนืดและอุณหภูมิของโดให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดก๊าซในกระบวนการหมัก ช่วยละลายส่วนผสมอื่นๆ เช่น เกลือ น้ำตาล เมื่อรวมกับโดแล้วกลายเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อเข้าอบน้ำมีส่วนทำให้สตาร์ชเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กลูเตนเกิดการขยายตัว และเปลี่ยนสภาพจากดิบเป็นสุกทำให้แป้งเกิดโครงร่าง และคงรูปไว้ได้

2.1.2.6 ยีสต์

เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces cerevisiae* ช่วยทำให้เกิดการสร้างก๊าซภายในโด ปรับสภาพโดให้เหมาะสมและให้กลิ่นรส ยีสต์จะเริ่มเจริญเติบโตเมื่อมีน้ำและอากาศจากการผสม มีอาหารคือน้ำตาลและสารอาหารอื่นๆจากโด ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้น พร้อมกันนี้เอนไซม์ต่างๆในยีสต์จะแปรสภาพสารอาหารโดยเฉพาะน้ำตาลให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

2.2 คุณลักษณะของพิซซ่า

2.2.1 คุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่า

จากงานวิจัยของ ศิริโฉม และ ศิริพร (2539) เรื่องการประเมินคุณค่าทางอาหารของอาหารจำพวกพิซซ่าต่างๆที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าพิซซ่า 1 ถาด ขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว มีคุณค่าทางอาหารดังนี้ พลังงาน 323.00-915.12 กิโลแคลอรี่ ไขมัน 13.12-34.73 กรัม (8.73-11.98 กรัม ต่อตัวอย่าง 100 กรัม) โปรตีน 12.78-46.34 กรัม (8.5-17.40 กรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม) คาร์โบไฮเดรต 39.60-96.49 กรัม (24.46-34.77 กรัม ต่อตัวอย่าง 100 กรัม) ปริมาณใยอาหาร crude fiber 0.12-0.59 กรัม (0.05-0.26 กรัมต่อตัวอย่าง100 กรัม) คอเลสเตอรอลพบในปริมาณ ไม่เกิน 26.20-322.33 มิลลิกรัม ปริมาณโซเดียม 77.04-298.80 มิลลิกรัม (40-220 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม) จากการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่าเปรียบเทียบกับข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (Thai- RDA) พบว่าพิซซ่า 1 ถาดขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว ให้พลังงานอยู่ในช่วงร้อยละ 19.66-45.76 ของ RDA ในคนอายุ 20-29 ปีเพศหญิง และ14.04-32.68 ของRDAในคนอายุ 20-29 ปีเพศชาย

2.2.2 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่า

เนื้อสัมผัส (Texture) หมายถึง ลักษณะที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วยการสัมผัสเนื้อสัมผัสของอาหารได้แก่ การสัมผัสด้วยมือ ฟัน ลิ้น เพดาน ปาก และการเคี้ยว

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analysis) เป็นวิธีในการศึกษาสมบัติเชิงวิศวกรรมของอาหาร หมายถึง การวัดเนื้อสัมผัส (Texture Measurement) และการแปลความหมายของค่าที่วัดได้จากเนื้อสัมผัส (Texture Properties) มี 2 วิธีคือ

1. การทดสอบเนื้อสัมผัสทางวัตถุ (Objective Method) เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ซึ่งสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมของการวัดได้ดี วิธีการทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ประกอบด้วย

1.1 การทดสอบแรงกด (Compression Test)

เป็นการทดสอบการตอบสนองของวัตถุเมื่อมีแรงกดหรือแรงอัดมากระทำ ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่าง มีความสูงหรือความยาวหดสั้นตามทิศทางของแรงที่กระทำ ผลที่ได้จะบอกลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งสามรถบอกค่า Hardness คือ ค่าความแข็ง , Springiness คือ การคืนตัวของตัวอย่าง , Cohesiveness คือ พลังงานยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร , Chewiness คือ พลังงานที่ต้องใช้เคี้ยวอาหารแข็ง และ Gumminess คือ ค่าพลังงานที่ต้องใช้บดย่อยอาหารกึ่งแข็ง (ปานมนัส, 2555)

1.2 การทดสอบแรงดึง (Tensile Test หรือ Tension Test)

1.3 การทดสอบแรงกดทะลุ-เจาะ (Penetration Test หรือ Puncture Test)

1.4 การทดสอบแรงโค้งงอ (Bending Test หรือ Fracture Test)

1.5 การทดสอบแรงตัด (Cutting Test หรือ Shearing Test)

1.6 การทดสอบแรงผลักกัน (Extrusion Test)

2. การประเมินด้วยประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation, Subjective Test) เป็นการทดสอบแบบใช้คนในการชิม และประเมินในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้ชิม ได้แก่ การชิม การดม การมอง การฟัง และการสัมผัส

ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธี 9 – point hedonic scale หรือ Degree of liking scale ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค การใช้วิธี 9 – point hedonic scale สามารถจำแนกได้โดยค่าของการตอบสนอง (ความชอบและไม่ชอบ) เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในการประเมินอาหาร เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์อื่นๆอย่างแพร่หลายซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการแปรผล การให้คะแนนการยอมรับ อาจเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมของการทดสอบได้ เช่น การทดสอบภายใต้สภาวะของห้องทดสอบ และการทดสอบภายในห้องอาหาร เป็นต้น แต่ลำดับของความชอบในตัวอย่างโดยทั่วไปจะไม่ถูกกระทบมากนัก กล่าวคือวิธีนี้มีความเป็นอิสระจากจำนวนของผู้ทดสอบ ซึ่งการลดสเกลลงเหลือ 7 หรือ 5 สามารถกระทำได้ เพราะบางครั้งผู้ทดสอบหรือผู้ประเมินอาจไม่มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการลดสเกลลง สำหรับการให้คะแนนที่ระดับที่สูงมากหรือการให้คะแนนในระดับต่ำมาก ในกรณีที่เป็นสเกลขนาด 5 จุด หรือการประเมินความชอบ 5 ระดับ จะมีลักษณะดังนี้ คือ ชอบมาก , ชอบเล็กน้อย , เฉยๆ , ไม่ชอบเล็กน้อย , ไม่ชอบมาก (Lawless and Heymann,1998)

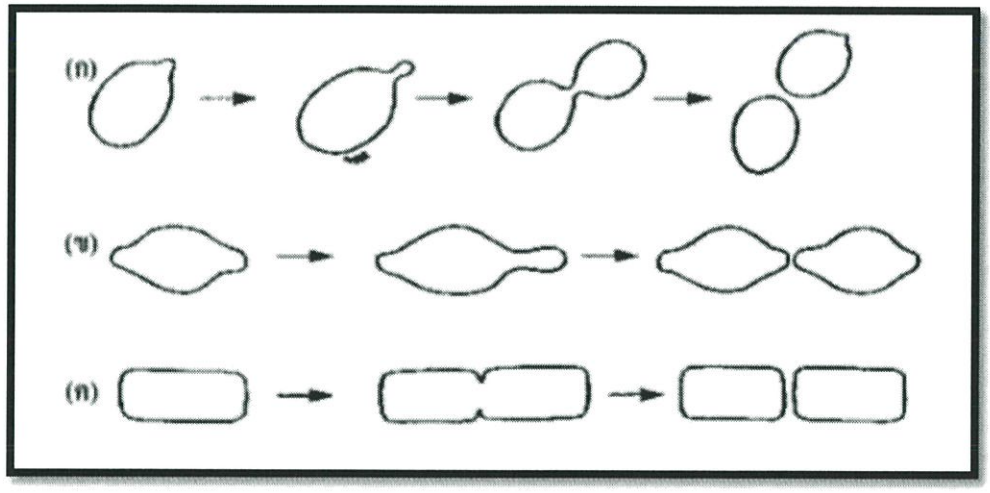
2.3 ยีสต์

จากงานวิจัยของมยุราและคณะ (2522) กล่าวว่ายีสต์เป็นจุลินทรีย์ยูคาริโอตเช่นเดียวกับรา ยีสต์มีลักษณะเป็นเซลล์เดียว (Nicellular Fungi) มีรูปร่างหลากหลาย เช่น รูปร่างรี กลม สามเหลี่ยม รูปร่างคล้ายผลมะนาว หรือรูปร่างยาว เป็นต้น ในการสืบพันธ์ของยีสต์มีทั้งแบบไม่อาศัยเพศและอาศัยเพศ โดยการสืบพันธ์แบบไม่อาศัยเพศได้แก่ วิธีแตกหน่อ (Budding) และการสืบพันธ์แบบอาศัยเพศได้แก่ วิธีการสร้างสปอร์ชนิดแบสิดิโอสปอร์หรือแอสโคสปอร์ ยีสต์มีการใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงาน โดยมีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนภายใต้สภาวะที่เหมาะสม และในกระบวนการหมักของยีสต์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ สามารถพบเซลล์ยีสต์ได้ตามธรรมชาติ เช่น ในแหล่งน้ำ พื้นดิน พืช หรือแม้กระทั่งในอากาศ แหล่งที่พบเชื้อยีสต์เจริญเป็นส่วนใหญ่ คือ แหล่งที่มีปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลสูง เช่น น้ำผึ้ง น้ำผลไม้ ผลไม้ที่มีรสหวาน เมล็ดธัญพืช หญ้าฟาง หรือแม้กระทั่งอาหารสัตว์ การปนเปื้อนของยีสต์ในอาหารอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหารอีกได้อีกด้วย เนื่องจากเชื้อยีสต์มีหลากหลายสายพันธุ์ ซึ่งบางสายพันธุ์ได้ทำการศึกษาและค้นคว้าวิจัยว่ามีประโยชน์ต่อมนุษย์ และมีการนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมหลาย

2.3.1 สัณฐานวิทยาของยีสต์

เซลล์ยีสต์เป็นเซลล์เดียว มีรูปร่างไข่และมีลักษณะค่อนข้างกลม ไม่มีสี สามารถพบเซลล์ที่กำลังแตกหน่อได้จากเซลล์ยีสต์ที่มีอายุไม่มาก ซึ่งจะมีความกว้างของเซลล์ประมาณ 2.5-10.5 ไมโครเมตร โดยที่เซลล์ยีสต์ 1 เซลล์ จะมีปริมาตรประมาณ 40 ลูกบาศก์ไมโครเมตร และมีน้ำหนักแห้งประมาณ 1×10^{-1}กรัม ขนาดจะขึ้นกับการเจริญเติบโตของเซลล์ยีสต์ เซลล์ยีสต์สามารถแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนของผนังเซลล์ (Cell wall) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเซลล์และห่อหุ้มกับส่วนที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ ของเหลวนี้คือ นิวเคลียสและไซโตพลาสซึม ที่ประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ ชนิดต่างๆไขมันและกรดนิวคลีอิค ผนังเซลล์ของยีสต์แบ่งย่อยๆ ออกได้เป็นสองส่วนได้แก่ ผนังเซลล์ ซึ่งผนังเซลล์มีโครงสร้างเป็นตาข่าย (Sieve like structure) ของสารพอลิแซคคาไรด์ ได้แก่พวก กลูแคนแมนแนน และไคติน อาจพบสารพวกพอลิแซคคาไรด์ จับอยู่กับสารประกอบอื่นๆ เช่น ไขมัน และโปรตีนซึ่งจะอยู่ในรูป สารประกอบไลโปพอลิแซคคาไรด์ (Lipopolysaccharide) และ ไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) ในส่วนของเซลล์เมมเบรน (Cell membrane) เป็นส่วนที่ล้อมรอบเซลล์ยีสต์ อยู่ถัดจากผนังเซลล์ชั้นนอกเข้ามา ทำหน้าที่รักษาสมดุลของเซลล์ (Osmotic structure) และยังทำหน้าที่ป้องกันผิวหน้าของเซลล์และยังเป็นเยื่อเลือกผ่าน ซึ่งส่วนใหญ่ยีสต์จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ โดยการแตกหน่อเกิดขึ้นได้ทุกส่วนของเซลล์ เรียกว่า Mutipolar (Multilateral) Budding ยีสต์ที่มีการแตกหน่อลักษณะนี้เช่น *Saccharomyces* , *Hansenula* และ *Pichia* หรือเกิดได้เฉพาะที่ขั้วของเซลล์เท่านั้น (Polarbudding) มีสองแบบคือ Monopolar (Unipolar) Budding (ภาพที่2.1 ก) และ Biopolar Budding (ภาพที่2.1 ข) Monopolar Budding เกิดเฉพาะปลายด้านเดียวด้านหนึ่ง ยีสต์ที่พบมีการแตกหน่อลักษณะนี้ เช่น *Pityrosporum* ส่วน Biopolar Budding เป็นการแตกหน่อที่เกิดขึ้นที่ปลายทั้งสองข้างของเซลล์ยีสต์ ยีสต์ที่มีการแตกหน่อลักษณะนี้ เช่น *Saccharomycodes* และ *Kloeckera* กระบวนการเกิดขึ้นโดยโปรโทพลาสซึม (Protoplasm) โดยจะมีการดันผนังเซลล์ให้โป่งออกกลายเป็น

หน่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนมีขนาดเท่าเซลล์แม่ ในยีสต์บางชนิด เช่น ฟิล์มยีสต์ (Filmyeast) โดยมีการเพิ่มจำนวนนิวเคลียสแล้วเกิดการแบ่งกันในเซลล์แม่และลูก มียีสต์ไม่กี่สปีชีส์ที่มีการสืบพันธุ์โดยวิธีฟิชชัน (Fission) (ภาพที่ 2.1) และวิธีการสืบพันธุ์แบบฟิชชันผสมกับการสืบพันธุ์โดยแตกหน่อ (Bud Fission)



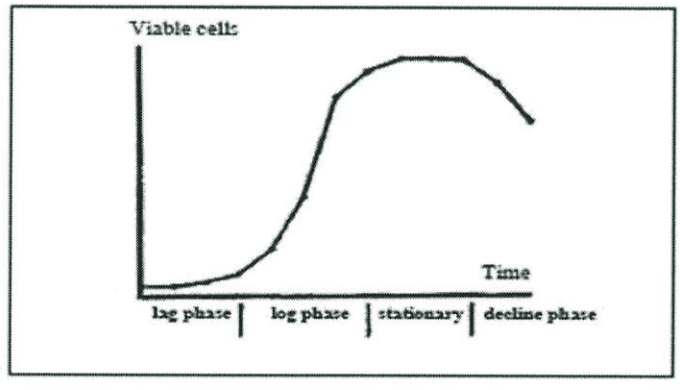
ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงลักษณะการเพิ่มจำนวนของยีสต์
(ที่มา : มยุรา,2552)

ยีสต์แท้ (True Yeasts หรือ Ascomycotina) จะมีการสร้างแอสโคสปอร์แบบอาศัยเพศโดยเซลล์ของยีสต์เปรียบเสมือนแอสคัสซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นหลังการเกิดคอนจูเกต (Conjugation) ของเซลล์ 2 เซลล์ แต่ยีสต์บางชนิดอาจเกิดแอสโคสปอร์ได้โดยไม่ต้องมีการคอนจูเกต โดยหลังการคอนจูเกต ลักษณะของแอสโคสปอร์ และจำนวนของแอสโคสปอร์จะเป็นตัวบ่งบอกชนิดของยีสต์ รูปร่างและสีผิวของแอสโคสปอร์ ซึ่งจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของยีสต์ ส่วนยีสต์เทียม (False Yeasts) จะเป็นเซลล์ยีสต์ที่ไม่มีการสร้างแอสโคสปอร์หรือไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยยีสต์จำพวกนี้มักจะมีการสร้างคลาไมโดสปอร์ และจัดเป็นพวกฟังไจที่ไม่สมบูรณ์

2.3.2 ลักษณะการเจริญของยีสต์

เชื้อยีสต์สามารถวัดการเจริญได้จากการเพิ่มขนาดของเซลล์ เมื่อขนาดเพิ่มจนถึงจุดหนึ่งจะเกิดการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวน ในขณะที่มีการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวน นิวเคลียสจะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และการสังเคราะห์ไซโตพลาสซึม การแบ่งเซลล์ด้วยวิธีการแตกหน่อของยีสต์จัดว่าเป็นการเพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศ พบว่ามีจำนวนน้อยที่จะเกิดจากการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเป็นสองโดยวิธีฟิชชัน (Fission) และการเพิ่มจำนวนโดยวิธีอื่นๆ เช่น การสร้างคอนิเดีย (Conidia) ในการเพิ่มจำนวนจะเกิดขึ้นเมื่อมีสภาวะที่เหมาะสมเท่านั้น ในกรณีของ *Saccharomyces cerevisiae* เมื่อมีอาหารเพียงพอเชื้อจะเพิ่มจำนวนได้เป็นสองเท่าภายในเวลาสั้นๆ แต่ถ้าอาหารหมด ยีสต์จะเข้าสู่ระยะที่ไม่มีการแตกหน่อ (Unbudded Phase) แต่เซลล์ยีสต์จะยังคงมีชีวิตอยู่ และเมื่อมีอาหารกลับมาอีกครั้ง เซลล์ยีสต์ก็สามารถเกิดเจริญต่อไปได้ หากทำการเลี้ยงเซลล์ยีสต์ในสภาพแวดล้อมที่เป็นระบบปิดที่มีการใส่อาหารเพียงครั้งเดียวตลอดระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (Batch Culture) การเจริญเติบโตจะ

เป็นในลักษณะเดียวกับจุลินทรีย์เซลล์เดี่ยวกลุ่มอื่นๆ โดยกราฟการเจริญเติบโต (Growth curve) จะเป็นแบบ Sigmoid curve (ภาพที่ 2.2) ซึ่งมีระยะการเจริญเติบโตแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ได้แก่ lag phase ซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของการเจริญของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะมีการปรับตัวกับสภาพแวดล้อมใหม่ และเตรียมพร้อมที่จะทำการแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญเติบโต หลังจากนั้นจุลินทรีย์จะเข้าสู่ระยะที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีการแบ่งเซลล์ได้เซลล์เป็นจำนวนมาก เนื่องจากในช่วงของการเจริญเติบโตนี้จะมีสารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต เรียกระยะนี้ว่า Log phase (Exponential phase) โดยอัตราการเติบโต (Growth rate) สามารถวัดจากจำนวนเซลล์หรือมวลชีวภาพ (Biomass) ต่อหนึ่งหน่วย เวลา ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ สภาพแวดล้อม และสารอาหาร ต่อมาจะเข้าสู่ระยะ Stationary phase ซึ่งในระยะนี้สารอาหารจะเริ่มมีปริมาณจำกัด สภาพแวดล้อมจะเริ่มไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น pH เกิดการเปลี่ยนแปลง มีของเสียหรือสารเคมีที่เป็นพิษที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมมากขึ้น หรือมีปริมาณออกซิเจนลดน้อยลง ทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตลดลง และในระยะนี้จะพบว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ และระยะสุดท้ายของการเจริญ เรียกว่า Decline phase เป็นระยะสารอาหารขาดแคลน สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญทำให้อัตราการตายของเซลล์เพิ่มจำนวนมากขึ้น ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ในระบบปิด
(ที่มา : มยุรา,2552)

2.3.3 สภาพแวดล้อมสำหรับการเจริญเติบโตของยีสต์

ยีสต์จะเจริญได้ดีในที่มีความชื้นที่เพียงพอและเหมาะสม และยีสต์สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงได้มากกว่าแบคทีเรีย กล่าวคือยีสต์มีความต้องการความชื้นน้อยกว่าแบคทีเรียแต่ต้องการความชื้นมากกว่ารา โดยสามารถจำแนกยีสต์ได้เป็น 2 กลุ่มตามความต้องการความชื้นของยีสต์ ได้แก่ กลุ่มยีสต์ทั่วไปกับกลุ่มออสโมฟีลิก (Osmophilic Yeast) ยีสต์ที่ต้องการความชื้นสูง พบว่ามีวอเตอร์แอคทีวิตี้ (Water Activity; aw) ขั้นต่ำอยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.94 เช่น ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเบียร์ (Beer Yeast) และยีสต์ที่ใช้ในการทำเบเกอรี (Baker's Yeast) จะต้องการ aw ขั้นต่ำ 0.94, 0.90 และ 0.905 ตามลำดับ ในขณะที่ออสโมฟีลิกยีสต์จะมีการเจริญอย่างช้าๆในน้ำ เชื่อมที่มีค่า aw 0.78 โดยยีสต์แต่ละชนิดจะมี aw เหมาะสมเฉพาะตัวและอาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม เช่น ชนิดของอาหาร อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน pH และสารยับยั้งการเจริญ

การเจริญใน ช่วงที่เหมาะสมของยีสต์อยู่ที่ 25-35 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสูงที่สามารถเจริญได้ คือ 35-47 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า และจะเจริญได้ดีที่ pH 4-4.5 จะเจริญได้ไม่ดีในอาหารที่เป็นด่าง

2.3.4 สารอาหารของยีสต์

สารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานที่ดีที่สุดของยีสต์คือน้ำตาล และยังมีสารอาหารที่อยู่ในกลุ่มออกซิเดทีฟ เช่น ฟิล์มยีสต์จะมีออกซิไดซ์ (Oxidize) กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ให้ได้พลังงานออกมาใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ขนมปังเกิดการนุ่มและเกิดการฟูขึ้น และใช้ในอุตสาหกรรม เบียร เหล้าและ ไวน์ โดยแอลกอฮอล์ที่ได้มาจากกิจกรรมของกระบวนการหมักของยีสต์ และกิจกรรมของกระบวนการหมักของยีสต์ ยังช่วยทำให้กลิ่นและรสของไวน์ดีขึ้น โดยยีสต์จะมีการใช้อาหารที่มีไนโตรเจนเป็นแหล่งของไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ยูเรีย กรดอะมิโน เป็นต้น นอกจากนี้ยีสต์ยังต้องการสารช่วยในการเจริญบางอย่าง เช่น เพนโตส (Pentose) บางชนิดอาจใช้พอลิแซ็กคาไรด์ น้ำตาลแอลกอฮอล์ เช่น ซอร์บิทอล (Sorbitol), แมนนิทอล (Mannitol) เป็นต้น และกรดอินทรีย์ เช่น กรดแอซีติก (Acitic acid),กรดซิตริก (Citric acid), กรดแล็กติก (Lactic acid) เป็นต้น ยีสต์บางชนิดต้องการกำมะถันอินทรีย์ เช่น เมไทโอนีน (Methionine) หรือคริสทีอีน และบางชนิดต้องการกำมะถันในรูปของซัลเฟต ส่วนแร่ธาตุต่างๆที่ยีสต์ต้องการ โดยส่วนใหญ่จะเป็นพวก โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และแร่ธาตุที่ต้องการน้อยมากแต่ขาดไม่ได้จะได้แก่พวก ทองแดง โบรอน สังกะสี เหล็ก ไอโอดีน แมงกานีส เป็นต้น เพื่อการเติบโตที่ดีของยีสต์โดยเฉพาะพวกยีสต์แท้ อาจมีการ เปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาได้โดยวิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ยีสต์อาจสามารถเกิดการพัฒนาตัวเองให้สามารถเจริญในอาหารบางอย่างได้ สปีชีส์ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถจำแนกได้หลายสายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์ที่ใช้ในการทำขนมปัง สายพันธุ์ที่ใช้ในการผลิตเบียร์ เป็นต้น อาหารเลี้ยงยีสต์ในห้องปฏิบัติการอาจจะใช้อาหารของวิกเกอร์แฮม (Wicker's Medium) อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt Agar (MA) หรืออาจใช้อาหารจากแหล่งธรรมชาติ เช่นผลไม้ เป็นต้น

2.3.4.1 แหล่งคาร์บอนและพลังงาน

ยีสต์ทุกชนิดสามารถใช้น้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้ บางชนิดสามารถใช้น้ำตาลเฮกโซส (Hexose) ชนิดอื่นๆเช่น ราฟฟิโนส (Raffinose) แมนโนส (Mannose) และกาแลคโตส (Galactose) ได้ จึงทำให้ความสามารถในการใช้น้ำตาลสามารถนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่ของยีสต์ได้ ส่วนน้ำตาลเพนโตสจะมีเพียงยีสต์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากน้ำตาลเพนโตสโดยเฉพาะดีไซโลส (D-xylose) เป็นน้ำตาลที่พบมากในเฮมิเซลลูโลสซึ่งพบได้ในพืช ส่วนน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide)ที่ยีสต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำตาลซูโครส, แลคโตส(lactose) และเซลโลไบโอส (Cellobiose) เป็นต้น สำหรับพวกสารโพลีแซคคาไรด์ ยีสต์สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยเปลี่ยนแป้งเป็นเอทานอล(ethanol) แต่การใช้แป้งนี้จะเกิดแบบไม่สมบูรณ์ เพราะไม่มีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งการย่อยสลายแขนงของแป้งได้ และยีตส์ยังมีความสามารถในการหมักคาร์โบไฮเดรต โดยทั่วไปยีสต์ที่มีความสามารถในการหมักกลูโคสอาจมีความสามารถในการหมักคาร์โบไฮเดตรชนิดอื่นๆได้ด้วยทั้งนี้ขึ้นกับสปีชีส์ของยีสต์

2.3.4.2 แหล่งไนโตรเจน

แหล่งไนโตรเจนของยีสต์ ได้แก่ แอมโมเนีย ซึ่งยีสต์ทุกตัวสามารถใช้ได้ และมียีสต์บางชนิดสามารถใช้ไนเตรตได้ ในขณะที่ยีสต์บางชนิดไม่สามารถใช้ได้ เช่น *Pichia, Debaryomyces , Saccharomyces* และ *Candida* โดยปกติยีสต์ชนิดใดที่สามารถใช้ไนเตรตได้ก็จะสามารถใช้ไนไตรท์ได้ด้วยเช่นกัน และนอกจากนี้ยีสต์ยังสามารถใช้ กรดอะมิโนเปปไทด์ โปรตีน และเอมีน เป็นแหล่งไนโตรเจนได้ โดยที่กรดอะมิโนมี่ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจน จะอยู่ในรูปของกรดอะมิโนหลายๆ ชนิดผสมกันในอาหารเลี้ยงเชื้อ มียีสต์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถย่อยสลายโปรตีนภายนอกเซลล์ได้

2.3.5 การได้รับสารอาหารของยีสต์

2.3.5.1 การขนส่งน้ำตาล

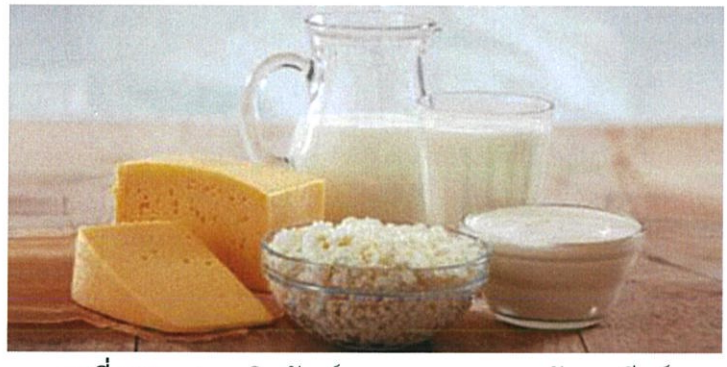
ยีสต์สามารถนำน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว(Monosaccharide) ไปใช้ประโยชน์ได้โดยจะมีการนำน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปภายในเซลล์หรือนำน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวไปใช้ได้โดยการย่อยสลายน้ำตาลภายนอกเยื่อหุ้มเซลล์ก่อน แล้วผลผลิตที่ได้จะผ่านเข้าสู่เซลล์ภายหลัง และยีสต์ยังมีความสามารถในการนำน้ำตาลเฮกโซสเข้าสู่เซลล์โดยวิธี Carriermediated Diffusion System ได้แก่ แมนโนส น้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส โดยมีระบบการขนส่งแบบคอนสติติวทีฟ (Constitutive) โดยมีเอนไซม์ Constitutive Permease เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนระบบการขนส่งน้ำตาลน้ำตาลมอลโทสและกาแลกโตส เป็นแบบอินดิวซิเบิล(Inducible) และส่วนการขนส่งน้ำตาลซูโครสจะเกิดขึ้นโดยน้ำตาลซูโครสจะถูกย่อยสลายภายนอกเซลล์ด้วยเอนไซม์อินเวอร์เตส (Invertase) ที่อยู่ภายนอกเซลล์ได้เป็นฟรุคโตสและกลูโคส จึงจะสามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ การสังเคราะห์ของเอนไซม์อินเวอร์เตสไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำโดยสับสเตรทเช่น น้ำตาลซูโครส แต่จะถูกควบคุมโดยความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสภายในเซลล์ และเมื่อทำการเลี้ยงยีสต์ในอาหารเหลวที่มีน้ำตาลแลกโตส

2.3.6 อุณหภูมิต่อการเจริญและกิจกรรมของเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

อุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 15–36 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ยีสต์ใช้ในการเจริญและเกิดการแตกหน่อเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ จุดที่เริ่มมีการเจริญขึ้นอย่างรวดเร็วเริ่มคือช่วงอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสและช่วงอุณหภูมิที่ยีสต์เจริญสูงสุดคือช่วงอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส สามารถสรุปได้ว่ายีสต์จะมีการเจริญอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 21–36 องศาเซลเซียสเป็นส่วนใหญ่ กิจกรรมของยีสต์มีผลมาจากอุณหภูมิ เมื่อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่ 40 องศาเซลเซียส จะพบว่ายีสต์มีการผลิตแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นโดยกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์จะถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิ จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิส่งผลต่อการเจริญและกิจกรรมของยีสต์ (Marco *et al.*,1984)

2.3.7 บทบาทของยีสต์ในอุตสาหกรรม

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญที่สุดในการผลิตอาหาร เช่น ขนมปัง เหล้า เบียร์ และ ไวน์ ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร รวมทั้งการผลิตสารสกัดจากยีสต์ ซึ่งเป็นแหล่งรวมของแร่ธาตุ วิตามินบีรวม และกรดอะมิโน โดยยีสต์จะมีส่วนช่วยเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร เช่น ซอส ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซุป เนย ชีส ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ อาหารทะเล และผลิตภัณฑ์ผัก



รูปที่ 2.3 แสดงผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมักของยีสต์
(ที่มา : พิมพ์ชนก,2556)

2.4 ชาร์โคล

ชาร์โคลเป็นที่รู้จักในเรื่องของการดูดซับสารพิษ เป็นวิธีการทางกายภาพที่ใช้ในการแยกเพื่อกำจัดหรือลดความเข้มข้นของสารพิษ และวิธีการดูดซับเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ และพบว่าชาร์โคลถูกนำมาใช้ในการดูดซับสารพิษในน้ำ เพราะชาร์โคลมีลักษณะเป็นรูพรุนโดยสามารถดูดซับสารพิษได้โดยจะดูดซับอนุภาคของสารพิษจะเข้ามาเติมในช่องว่างของรูพรุน และในปัจจุบันชาร์โคลยังมีการนิยมนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของยา และอาหารอีกเป็นจำนวนมาก

2.4.1 คุณลักษณะของชาร์โคล

ชาร์โคลมีลักษณะเป็นอนุภาคที่มีรูพรุน มีพื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาบนพื้นผิวของอนุภาค โดยมีพื้นที่ผิวการเกิดปฏิกิริยาประมาณ 500-200 m^2/g คุณลักษณะทางกายภาพของชาร์โคลช่วยให้การดูดซับก๊าซหรือไอระเหยและละลายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดูดซับเกิดจากการก่อตัวของพื้นผิวที่ซับซ้อนระหว่างโลหะไอออนและกลุ่มฟังก์ชั่นของพื้นผิวที่เป็นกรดของชาร์โคล และยังมีประสิทธิภาพในการกำจัดอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น ความเข้มข้นของสารพิษ , ค่า pH และถูกนำมาใช้ในการกำจัดพิษไอออนของโลหะหนักจากสารละลายและมีการนำไปใช้ในการดูดซับน้ำเสียและทิ้ง (Gomez-Serrano,1998)

2.4.2 การเตรียมผงถ่านชาร์โคล

วัตถุดิบทั่วไปที่นำมาใช้ในการทำถ่านชาร์โคล ได้แก่ ไม้ ถ่าน เปลือกถั่ว ผลไม้ และวัสดุที่มีลิกนินและลิกโนเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ โดยคาร์บอนที่ได้จากไม้เนื้อแข็งจะเป็นที่นิยมสำหรับการนำมาใช้ในการดูดซับสารพิษ เนื่องจากถ่านที่ได้จากไม้เนื้ออ่อน เช่น ไพน์วู้ด มีคุณสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาทำผงถ่านชาร์โคล (ฐิตาพรและคณะ,2560) ทั้งในด้านของลักษณะของผง ความหนาแน่น หรือเม็ดคาร์บอน เพื่อให้ได้คุณลักษณะตามที่ต้องการ ในการใช้งาน วัตถุดิบต้องมีความชื้นน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ทำการเผาที่อุณหภูมิ 400-500 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดสารระเหย และทำการเผาที่อุณหภูมิ 800-1000 องศาเซลเซียสเพื่อกำจัด ไอน้ำ วิธีการที่ใช้ในการทำผงผ่านชาร์โคลใช้วิธี ไพโรไลซิส โดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 225 องศาเซลเซียส (Ansari,2009)

$$C_x(H_2O)_y \rightarrow yH_2O \quad \textbf{Carbonization}$$

$$C\,(s) + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2 \quad \textbf{Steam activation}\ (\Delta H = +75\ KJ)$$

$$C(s) + CO_2 \rightarrow 2CO \quad \textbf{Activation by } CO_2\ (\Delta H = +159\ KJ)$$

รูปที่ 2.4 ภาพแสดงปฏิกิริยาการเกิดผลิตภัณฑ์ (ชาร์โคล)
(ที่มา : Ansari,2009)

2.4.3 การประยุกต์ใช้ชาร์โคล

การประยุกต์ใช้งานของชาร์โคล เช่น

2.4.3.1 เป็นส่วนประกอบสำหรับถังน้ำมันเบนซิน

ชาร์โคลทำหน้าที่ควบคุมไอปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรถยนต์ และสามารถทำหน้าที่เป็นวัสดุกรองในตัวกรองทำความสะอาดอากาศในการกำจัดของก๊าซและไอระเหยในสภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรม

2.4.3.2 ใช้ในตัวกรองบุหรี่

ชาร์โคลทำหน้าที่ในการดูดซับสารบางชนิดของส่วนประกอบที่เป็นอันตรายของยาสูบและมีหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในตัวกรองบุหรี่

2.4.3.3 กำจัดปรอท ตะกั่ว และแคดเมียมในน้ำดื่ม

ไอออนของโลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม มีอันตรายมากแม้ในปริมาณน้อยและวิธีการดูดซับสำหรับการกำจัดไอออนจำเป็นสำหรับน้ำที่มีการปนเปื้อนด้วยโลหะไอออนหนักที่เป็นพิษ เพราะเป็นสาเหตุของสารก่อมะเร็ง และตะกั่วยังทำหน้าที่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์เมื่อดูดซับในปริมาณที่มากเกินไป แต่ไอออนเหล่านี้ไม่สามารถนำออกจากน้ำที่มีการรักษาทางกายภาพหรือทางเคมีอย่างสมบูรณ์ได้ เนื่องจากชาร์โคลสามารถใช้สำหรับการกำจัดพิษของไอออนโลหะหนักออกจากสารละลาย (Gomez-Serrano,1998)

2.4.3.4 เป็นส่วนประกอบอาหารและยา

ชาร์โคลได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในด้านอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม มักจะนำชาร์โคลเข้ามาใช้ประกอบผลิตภัณฑ์อาหารรวมไปถึงข้าวของเครื่องใช้ต่างๆที่ใช้ในชีวิตประจาวัน เช่น ขนมปัง เบเกอรี่ ไอศกรีม แปรงสีฟัน ยาสีฟัน และทั้งยังถูกนำมาใช้ในวงการแพทย์เพื่อนาไปผสมกับยา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา เช่น ผสมในยาลดกรด ยาช่วยย่อยอาหาร ยาขับลม เป็นต้น (Gomez-Serrano,1998)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำพิซซ่า

3.1.1 วัตถุดิบในการทำแป้งพิซซ่า

1) แป้งสาลีอเนกประสงค์	275	กรัม
2) ยีสต์แห้ง	10	กรัม
3) น้ำตาล	5	กรัม
4) เกลือ	2	กรัม
5) น้ำมันมะกอก	10	กรัม
6) น้ำอุ่น	160	กรัม

ยีสต์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยยีสต์ทางการค้า 8 ประเทศ ดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 3.1 ยีสต์ชนิดที่1 ชื่อทางการค้า Tandaco จากประเทศออสเตรเลีย

รูปที่ 3.2 ยีสต์ชนิดที่1ชื่อทางการค้า Dolcela จากประเทศโครเอเชีย

รูปที่ 3.3 ยีสต์ชนิดที่3 ชื่อทางการค้า Дрожжи จากประเทศรัสเซีย

รูปที่ 3.4 ยีสต์ชนิดที่4 ชื่อทางการค้า Fantastico จากประเทศตุรกี

รูปที่ 3.5 ยีสต์ชนิดที่5 ชื่อทางการค้า Patissier จากประเทศโปรตุเกส

รูปที่ 3.6 ยีสต์ชนิดที่6 ชื่อทางการค้า Qlshen จากประเทศจีน

รูปที่ 3.7 ยีสต์ชนิดที่7 ชื่อทางการค้า Tørgær จากประเทศเดนมาร์ก

รูปที่ 3.8 ยีสต์ชนิดที่8 ชื่อทางการค้า Hodgson Mill จากประเทศสวีเดน

3.1.2 วัตถุดิบในการทำหน้าพิซซ่า (พิซซ่าหน้าต้มยำกุ้ง)

1) เครื่องต้มยำ ตรา แม่ประนอม
2) ใบมะกรูด
3) มอสซาเรลาชีส
4) กุ้ง
5) ปูอัด
6) ออริกาโน่

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการวางแผนในการดำเนินงาน

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี CRD โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ

1.การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์

1.1 ปัจจัย/ตัวแปรอิสระ : สายพันธุ์ยีสต์ 8 สายพันธุ์ที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่า

1.2 ตัวแปรตาม : ค่าการยอมรับโดยรวม (จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale)

1.3 ทรีทเมนท์ : มี 8 ทรีทเมนท์ คือ สายพันธุ์ยีสต์ทางการค้าประเทศที่ 1,2,3,4,5,6,7 และ 8

2.การคัดเลือกเปอร์เซ็นต์ชาร์โคล

2.1 ปัจจัย/ตัวแปรอิสระ : เปอร์เซ็นต์ของชาร์โคลที่แตกต่างกันที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของพิซซ่า (คุณค่าทางโภชนาการและการทดสอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer)

2.2 ตัวแปรตาม : ค่าการยอมรับโดยรวม (จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale) , ค่าที่วัดได้จากเครื่อง Texture analyzer (ค่า Hardness, Springness , Area , Cohesiveness , Gumminess , Chewiness) , คุณค่าทางโภชนาการ (ความชื้นและของแข็ง , โปรตีน , ไขมัน , เถ้า , คาร์โบไฮเดรต , เยื่อใยหยาบ)

2.3 ทรีทเมนท์ : มี 4 ทรีทเมนท์ คือ เปอร์เซ็นต์ของชาร์โคล 0 , 2 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

3.2.2 การวัดการเจริญของยีสต์

1. นำยีสต์ปริมาณ 1 กรัม และ อาหารเหลว YPD ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic Technique)

2. ทำการเลี้ยงในสภาวะเขย่าใน Incubator Shaker ที่ความเร็วรอบ 140 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

3. ทำการศึกษาเซลล์มีชีวิตด้วยวิธีการ Wet Mount เมื่อทำการส่งกล้องพบว่าเซลล์ใส ไม่ติดสีย้อม Methylene Blue ทำการใช้ลูปเขี่ยเชื้อมาทำการ Steak ลงบนอาหารแข็ง YPD และทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จนกว่าเชื้อจะขึ้นบนผิวหน้า และทำการเก็บเชื้อใน Glycerol

4. นำเชื้อที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (ทำด้วยวิธีปราศจากเชื้อ) ที่อยู่ในช่วง 0.2-0.4 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และอาหารเหลว YPD ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วนำไปเลี้ยงในสภาวะเขย่าด้วย incubator shaker ที่ความเร็วรอบ 140 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

5. เก็บตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทุก 2 ชั่วโมง ไปทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรและทำการนับจำนวนเซลล์ด้วย Haemacytometer

3.2.3 การผลิตยีสต์สด

1. เมื่อทำการเลือกช่วงเวลาที่เชื้อยีสต์เจริญสูงที่สุดได้แล้ว ทำการเลี้ยงเชื้อยีสต์โดยการนำเชื้อยีสต์จากอาหารเอียงประมาณ 1 ลูป และอาหารเหลว YPD ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เลี้ยงในสภาวะเขย่าด้วย Incubator Shaker ที่ความเร็วรอบ 140 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

2. เมื่อครบเวลาที่เชื้อเจริญสูงสุด ทำการเก็บเชื้อไปปั่นเหวี่ยงที่ 4500 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที จากนั้นทำการเก็บเซลล์ยีสต์ที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส

3.2.4 การเลือกยีสต์เพื่อทำพิซซ่า

1. นำแป้ง น้ำตาล เกลือ ยีสต์สดละลายน้ำและน้ำมันมะกอก ผสมรวมกันในชามสแตนเลส จากนั้นนำใส่เครื่องนวดแป้งและค่อยๆเติมน้ำอุ่นลงไปทีละน้อย นวดประมาณ 15 นาที จนแป้งไม่ติดกับเครื่องนวดแป้ง

2. คลุมด้วยแผ่นฟิล์มถนอมอาหาร (Wrap) พักไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง จนแป้งพองขึ้นเท่าตัว

3. หลังจากแป้งพองขึ้นเท่าตัวนำมานวดไล่อากาศเล็กน้อย ตัดแบ่งให้ได้ประมาณก้อนละ 200 กรัม แล้วทำการรีดแป้งให้เป็นแผ่นบางด้วยไม้นวดแป้ง

4. นำแป้งที่รีดเป็นแผ่นบางใส่ลงในถาดอบพิซซ่า ระหว่างนี้ตั้งอุณหภูมิเตาอบที่ 180 องศาเซลเซียส แล้วนำพิซซ่าเข้าอบประมาณ 10 นาที จนแป้งสุก

5. ทำการทาซอสต้มยำกุ้งและใส่หน้าพิซซ่าตามชอบ นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที

6. ทำตามขั้นตอนข้างต้น โดยใช้ยีสต์ที่มีตราสินค้าแตกต่างกัน 8 ประเทศ

7. ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9 – Point Hedonic Scale โดยมีผู้ทดสอบ 60 คน เพื่อหาความชอบพึงพอใจของผู้บริโภค

3.2.5 การปรับปรุงสูตรพิซซ่า

1. เตรียมส่วนผสมเพิ่มเติม คือ ผงชาร์โคล (ชาร์โคลที่ใช้ในการทดสอบเป็นของบริษัทชาร์โคลโฮม จำกัด)

2. นำแป้ง น้ำตาล เกลือ ยีสต์สดที่ได้จากการเลี้ยงยีสต์ (ยีสต์ที่ผ่านการคัดเลือกยีสต์โดยเป็นยีสต์ที่ได้รับความชื่นชอบมากที่สุด) น้ำมันมะกอกและผงชาร์โคล ผสมรวมกันในชามสแตนเลส จากนั้นนำใส่เครื่องนวดแป้งและค่อยๆเติมน้ำอุ่นลงไปทีละน้อย นวดประมาณ 15 นาที จนแป้งไม่ติดกับเครื่องนวดแป้ง

3. คลุมด้วยแผ่นฟิล์มถนอมอาหาร (Wrap) พักไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง จนแป้งพองขึ้นเท่าตัว หลังจากแป้งพองขึ้นเท่าตัวนำมานวดไล่อากาศเล็กน้อย ตัดแบ่งให้ได้ประมาณก้อนละ 200 กรัม แล้วทำการรีดแป้งให้เป็นแผ่นบางด้วยไม้นวดแป้ง

4. นำแป้งที่รีดเป็นแผ่นบางใส่ลงในถาดอบพิซซ่า ระหว่างนี้ตั้งอุณหภูมิเตาอบที่ 180 องศาเซลเซียส แล้วนำพิซซ่าเข้าอบประมาณ 15-20 นาที จนแป้งสุก

5. ทำการทาซอสต้มยำกุ้งและใส่หน้าพิซซ่าตามชอบ นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที

6. ทำตามขั้นตอนข้างต้น โดยใช้ปริมาณผงชาร์โคลโดยใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้ 2 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์

3.2.6 การทดสอบเนื้อสัมผัส

ทำการทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) โดยการตั้งค่าดังนี้ ตัดแป้งพิซซ่าชาร์โคลเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 5x5 เซนติเมตร (กว้างxยาว) ใช้โพรบทรงกระบอก p-Cy2255 ความเร็วในการทดสอบ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที , 30 เปอร์เซ็นต์ของการเสียรูปของตัวอย่างและการบีบอัด , การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (TPA) , ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก Texturometer Software ได้แก่ Hardness, Springness, Area , Cohesiveness , Gumminess , Chewiness

3.2.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9 – Point Hedonic Scale (Wichchukit and O'Mahony , 2014) โดยมีผู้ทดสอบ 60 คน เพื่อหาความชอบพึงพอใจของผู้บริโภค

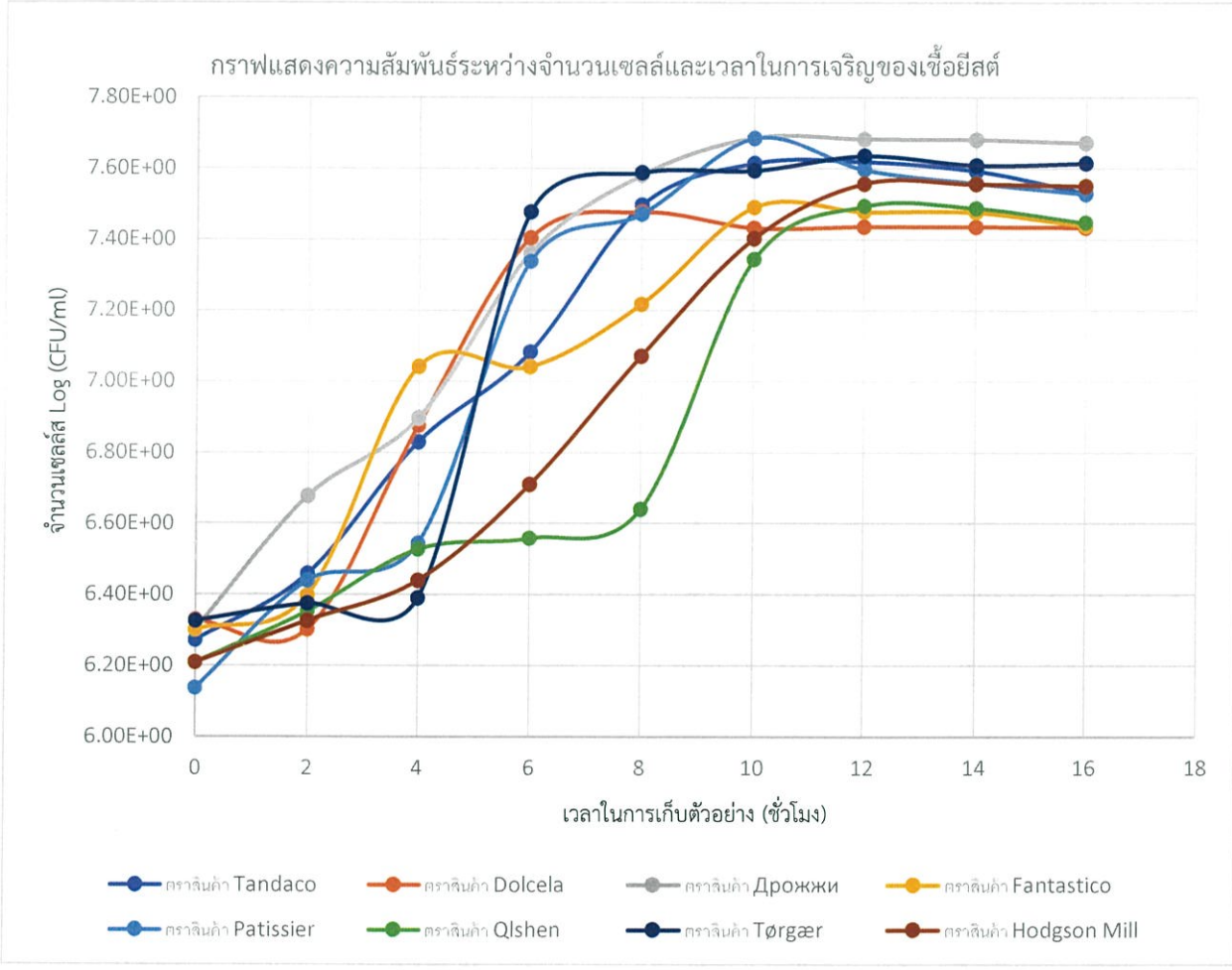
3.2.8 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

นำแป้งพิซซ่าที่ใส่ผงชาโคลในปริมาตรที่แตกต่างกันมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ,ความชื้น ,คาร์โบไฮเดรต ,โปรตีน ,ไขมันและเยื่อใยหยาบ ตามวิธี AOAC (บังอรและศรชัย.2559)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การวัดการเจริญของยีสต์ (Growth curve)

จากการวัดการเจริญของเชื้อยีสต์โดยใช้วิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงและการนับจำนวนเซลล์ด้วย Haemacytometer ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมงโดยเลี้ยงเชื้อยีสต์เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่า การเจริญของยีสต์แต่ละตราสินค้ามีการเจริญแตกต่างกัน โดยยีสต์ตราสินค้า Tandaco และ Dolcela มีการเจริญของเซลล์ยีสต์สูงสุดที่ 7 ชั่วโมง ยีสต์ตราสินค้า Дрожжи , Fantastico , Patissier , Tørgær มีการเจริญของเซลล์ยีสต์สูงสุดที่ 9 ชั่วโมง และยีสต์ตราสินค้า Qlshen และ Hodgson mill มีการเจริญของเซลล์ยีสต์สูงสุดที่ 11 ชั่วโมง ดังภาพ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเซลล์และระยะเวลาในการเจริญของยีสต์

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้การทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale จากข้อมูลทางสถิติพบว่า พิซซ่าที่ทำจากยีสต์ยี่ห้อ Tandaco จากประเทศออสเตรเลีย, Dolcela จากประเทศโครเอเชีย, Дрожжи จากประเทศรัสเซีย, Fantastico จากประเทศตุรกี, Patissier จากประเทศโปรตุเกส และ Hodgson Mill จากประเทศสวีเดนไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พิซซ่าที่ทำจากยีสต์ยี่ห้อ Tørgær จากประเทศเดนมาร์กมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบน้อยที่สุดโดยมีค่าความชอบโดยรวมน้อยที่สุด และพิซซ่าที่ทำจากยีสต์ยี่ห้อ Qlshen จากประเทศจีน มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุดเท่ากับ 6.33±2.39 คะแนน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าเพื่อคัดเลือกยีสต์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

	ตราสินค้าของยีสต์ที่ใช้ทดสอบ							
	Tandaco	Dolcela	Дрожжи	Fantastico	Patissier	Qlshen	Tørgær	Hodgson Mill
ความพึงพอใจ	5.33±1.95^{bc}	5.62±2.06^{bc}	5.39±2.08^{bc}	5.76±1.96^{b}	5.26±2.14^{bc}	6.33±2.39^{bc}	5.01±1.86^{bc}	5.14±2.12^{bc}

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางข้างต้น คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความหมายแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการเปรียบเทียบโดย Duncan ; ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3 การปรับปรุงสูตรพิซซ่า

ทำการทำพิซซ่าโดยเพิ่มส่วนผสมคือ ผงชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันดังนี้ 0 , 2 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลทางสถิติพบว่า พิซซ่าที่เพิ่มผงชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุดโดยมีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.52±1.49 คะแนน เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale (Wichchukit and O'Mahony ,2014) แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าเพื่ออัตราส่วนของชาร์โคลที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

	อัตราส่วนของชาร์โคล			
	0 %	2 %	5 %	10 %
ความพึงพอใจ	6.90±1.58^{ab}	7.07±1.56^{ab}	6.38±1.56^{b}	7.52±1.49^{a}

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางข้างต้น คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความหมายแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการเปรียบเทียบโดย Duncan ; ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4 การทดสอบเนื้อสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของอาหาร มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของอาหารโดยตรง และเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค อาหารหลายชนิดที่ผู้บริโภคใช้เนื้อสัมผัสเป็นเกณฑ์หลักเพื่อพิจารณาตัดสินการยอมรับ และมีผลอย่างยิ่งกับระดับความชอบของผู้บริโภค ในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (TPA) โดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสเป็นการวิเคราะห์รูปแบบจำลองการเคี้ยว (ธัญญาภรณ์ ,2549) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า พิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์มีค่า Hardness , Area และ Gumminess สูงที่สุดเท่ากับ 4.38±1.15 เปอร์เซ็นต์ , 2.79±0.85 เปอร์เซ็นต์ และ 1.66±0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์มีค่า Cohesiveness สูงที่สุดเท่ากับ 0.42±0.75 เปอร์เซ็นต์ และพิซซ่าที่ไม่ใส่ชาร์โคล (0 เปอร์เซ็นต์) มีค่า Chewiness สูงที่สุดเท่ากับ 0.25±0.08 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการทดสอบเนื้อสัมผัสของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)					
	Hardness	Area	Cohesiveness	Springiness	Chewiness	Gumminess
0%	3.9546±1.34^{a}	1.9251±0.72^{b}	0.4160±0.75^{ab}	1.5318±0.07^{a}	0.2460±0.08^{a}	1.6059±0.50^{a}
2%	1.7014±0.54^{c}	0.9119±0.28^{c}	0.4438±0.44^{a}	1.5097±0.04^{a}	0.1132±0.04^{b}	0.7469±0.22^{c}
5%	2.8074±1.41^{b}	1.8509±1.02^{b}	0.4026±0.67^{ab}	1.4321±0.08^{b}	0.1526±0.06^{b}	1.0804±0.44^{b}
10%	4.3788±1.15^{a}	2.7927±085^{a}	0.3838±0.64^{b}	1.3712±0.11^{c}	0.2295±0.06^{a}	1.6626±0.40^{a}

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางข้างต้น คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความหมายแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการเปรียบเทียบโดย Duncan ; ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.5 การวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล พิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์มีไขมัน โปรตีนและเถ้าสูงที่สุดเท่ากับ 18.23±2.27 เปอร์เซ็นต์ 0.93±0.05 เปอร์เซ็นต์และ 0.64±0.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ,พิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นสูงที่สุดเท่ากับ 21.26±1.16 เปอร์เซ็นต์, พิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์มีเยื่อใยหยาบและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับ 0.87±0.26 เปอร์เซ็นต์และ 60.97±1.46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงคุณค่าโภชนาการของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	คุณค่าทางโภชนาการ					
	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน	เยื่อใยหยาบ	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
0%	20.1521±0.16^{a}	18.2310±2.27^{a}	0.9252 ± 1.460.05^{a}	0.8028±0.83^{a}	0.6368±0.12^{b}	59.2529 ± 1.46^{a}
2%	20.9901±0.74^{a}	18.0101±2.12^{a}	0.8978 ± 1.460.05^{a}	0.7352±0.35^{a}	0.3462±0.21^{a}	57.4594 ± 1.46^{a}
5%	21.2633±1.16^{a}	17.1040±1.30^{a}	0.8436 ± 1.460.05^{a}	0.7582±0.19^{a}	0.2166±0.68^{a}	59.8137 ± 1.46^{a}
10%	20.9901±0.74^{a}	16.0252±0.22^{a}	0.8162 ± 1.460.05^{a}	0.8647±0.26^{a}	0.3370±0.26^{a}	60.9674 ± 1.46^{a}

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางข้างต้น คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความหมายแตกต่างกัน ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการเปรียบเทียบโดย Duncan ; ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการวัดการเจริญของเชื้อยีสต์โดยใช้วิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงและการนับจำนวนเซลล์ด้วย Haemacytometer ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมงโดยเลี้ยงเชื้อยีสต์ทั้ง 8 ตราสินค้าเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่า การเจริญของยีสต์แต่ละชนิดมีการเจริญแตกต่างกัน เนื่องจากยีสต์แต่ละตราสินค้าเป็นยีสต์ที่ผลิตในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (มยุราและคณะ.2552) ซึ่งกล่าวว่า การเจริญของเชื้อยีสต์เกิดขึ้นโดยการเพิ่มขนาด เมื่อขนาดเพิ่มจนถึงจุดหนึ่ง เซลล์จะมีการแบ่งเซลล์ เพิ่มจำนวนในระหว่างที่มีการแบ่งเซลล์ นิวเคลียสจะมีการแบ่งแบบไมโตซิส และการสังเคราะห์ไซโตพลาสซึมเกิดขึ้นสำหรับการแบ่งเซลล์ของยีสต์ที่เป็นการเพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งมีระยะการเจริญเติบโตแบ่งแบบกว้างๆ ได้เป็น 4 ระยะ ได้แก่ lag Phaseซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของการเจริญโดยจุลินทรีย์ จะมีการปรับตัวกับสภาพแวดล้อมใหม่ และเตรียมพร้อมในการแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญเติบโต หลังจากนั้นจะ เข้าสู่ระยะที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการแบ่งเซลล์ได้เซลล์เป็นจำนวนมาก เนื่องจากในช่วงนี้มี สารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต เรียกระยะการเจริญเติบโตในช่วงนี้ว่า Log Phase (Exponential Phase) อัตราการเติบโต (Growth rate) อาจวัดจากจำนวนเซลล์หรือมวลชีวภาพ (Biomass) ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ สารอาหาร และสภาพแวดล้อม ต่อมาเข้าสู่ Stationary Phase ในระยะนี้สารอาหารเริ่มมีปริมาณจากัดสภาพแวดล้อมเริ่มไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ทำให้เชื้อมีการเจริญเติบโตลดลง ในระยะนี้จะพบว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ต่อมาระยะสุดท้ายเรียกว่า Decline Phase ซึ่งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อาจมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ สารอาหาร และสภาพแวดล้อม

จากการทดสอบการจำลองการเคี้ยวด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสพบว่า พิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Hardness (แรงที่ทำให้ตัวอย่างแยกกันอย่างสมบูรณ์) , Gumminess (ค่าพลังงานที่ทำให้ตัวอย่างแตกจนสามารถกลืนได้) , Area (ค่าพื้นที่ใต้กราฟ) มากที่สุด เนื่องจากแป้งที่ใช้ในการทำพิซซ่าคือแป้งสาลี ซึ่งมีกลูเตนเป็นองค์ประกอบทำให้พิซซ่ามีความเหนียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Lazaridou *et al.*,2007) ซึ่งกล่าวว่า แป้งสาลีมีกลูเตนเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากกลูเตนทำให้โครงสร้างของโด มีแรงต้านต่อแรงกวนหรือเฉือน และมีความสามารถในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากยีสต์ทำให้เกิดการคงรูปและมีความเหนียวของแป้งเกิดขึ้น นอกจากนี้ขนาด

ของผงชาร์โคลที่ใส่ในพิซซ่าซึ่งมีขนาด 200 เมช (Mesh) เป็นขนาดที่เล็ก สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ศิริกุลและธวัชชัย,2552) ซึ่งกล่าวว่า ของแข็งเมื่อทำการร่อนผ่านตะแกรง ถ้าหากมีขนาดใหญ่จะค้างอยู่บนตะแกรง โดยช่องตะแกรงขนาด 200 เมช (Mesh) มีขนาดรูเปิด 75 ไมโครเมตร ยิ่งช่องตะแกรงมีขนาดเล็กของแข็งที่ผ่านช่องตะแกรงยิ่งเล็กมาก ความละเอียดของของแข็งก็จะยิ่งมาก (แม้จะมีขนาดเล็กแต่เมื่อใส่ในปริมาณมากถึง 10 เปอร์เซ็นต์จึงทำให้เนื้อสัมผัสของพิซซ่ามีความแข็งมากที่สุดเมื่อเทียบกับพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 2 หรือ 5 เปอร์เซ็นต์)

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด เนื่องจากชาร์โคลยังมีส่วนช่วยดูดซับไขมันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ธัญพิสิษฐ์ ,2558) ซึ่งกล่าวว่า ถ่านกัมมันต์หรือชาร์โคลมีรูพรุนขนาดเล็ก (Microporous) จำนวนมาก ซึ่งรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากส่งผลให้ปริมาณพื้นที่ทั้งหมด (TSA) สูง เป็นตัวดูดซึมซับได้ดีที่สุด และปริมาณโปรตีนของพิซซ่ามีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหน้าพิซซ่า(ในการทดลองนี้ใช้หน้าต้มยำกุ้ง โดยอัตราส่วนและส่วนผสมทุกอย่างเท่ากันทุกถาด) และปริมาณแป้งสาลีที่ใช้ในการทำพิซซ่า ซึ่งในการทดลองพบว่า แป้งพิซซ่าควบคุมหรือพิซซ่าที่ไม่ได้ใส่ชาร์โคลมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดคิดเป็น 0.93 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (จิตธนาและอรอนงค์,2552) ซึ่งกล่าวว่า แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนกลูเตนินและโปรตีนไกลอะดินส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีปริมาณโปรตีนประมาณ 10 กรัม ต่อแป้งสาลี 100 กรัม

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9- Point Hedonic Scale ในการคัดเลือกยีสต์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด พบว่าพิซซ่าที่ทำจากยีสต์ตราสินค้า Qlshen จากประเทศจีน พบว่าข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด โดยมีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 6.33±2.39 คะแนน และทำการศึกษาปริมาณชาร์โคลที่เหมาะสมในการผลิตพิซซ่าโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสและคุณลักษณะของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้ 0 ,2 ,5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลทางสถิติพบว่าพิซซ่าที่เพิ่มผงชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.52±1.49 คะแนน และในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับ 60.96±1.46 เปอร์เซ็นต์และเนื่องจากชาร์โคลมีคุณสมบัติในการดูดซับไขมัน ส่งผลให้มีปริมาณไขมันน้อยที่สุดเท่ากับ 16.02±0.22 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2552. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ:ม.ป.พ.

ฐิตาพร คำภู ธนวรรธก์ ไพรพงษ์ ธนาธิป สีละพัฒน์ และ ยุวรัตน์ เงินเย็น. 2560. **การเตรียมถ่านกัมมันต์จากกากของเสียโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษ และการศึกษาการ กำจัดสีของน้ำทิ้ง.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เดชาวุฒิ วานิชสรรพ นิทัศน์ นิลฉวี ทวีศักดิ์ รัตนคม และ พรรณนิการ์ กงจักร. 2558. **ขั้นตอนวิธีจำนวนเชื้อบนแผ่นฮิโมซิโตมิเตอร์ด้วยเทคนิคประมวลผลภาพและดีบีสแกน.**

ธิดารัตน์ ลบภู่ และ ปิยพร บัวคำ. 2559. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์บาร์พลังงานต่ำจากส่วนผสมของข้าวกล้องสับปะรดและสารสกัดจากหญ้าหวาน.เชียงใหม่**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. 2549. **การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร**. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1).6-13

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก. 2558. **ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ตลาดยังมีความต้องการสูง**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23(6).945-954.

บังอร เหมัง และ ศรชัย สินสุวรรณ. 2559. **เทคนิคการตรวจสอบและการประเมินคุณภาพอาหารด้วยวิธีการทางเคมี.** เอกสารการสอนชุดวิชา .1(1).1-76

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2555. **เทคโนโลยีการทดสอบพื้นผิวของสินค้าทางการเกษตรและอาหาร**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปรีดา ภูมี. 2555. **คู่มือปฏิบัติการอาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำ**. การค้นคว้าแบบอิสระคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.วิทยาเขตตรัง.

พิมพ์ชนก ศรเพชร. 2556. **ผลิตภัณฑ์จากนมหมักและคุณค่าทางอาหาร.** บทความเพื่อสุขภาพ. สำนักงานภาค สัมพันธ์และวิเทศสัมพันธ์ (สสส.)

มยุรา ศรีกัลยานุกูล นายฐปน ชื่นบาล ศิราภรณ์ ชื่นบาล และ ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน. 2555. **การผลิตอาหารเลี้ยงเชื้อราจากน้าทิ้งโรงงานมันฝรั่งทอดกรอบ**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศิริกุล วิสุทธิ์เมธางกูร และ ธวัชชัย ปลูกผล. 2552. **การผลิตผงโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วโดยกระบวนการอัลตราโซนิกอะตอมไมเซชัน.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริโฉม นิลหัต ศิริพร ฉวานนท์. 2539. **ประเมินคุณค่าทางอาหารของอาหารจำพวกพิซซ่าต่างๆที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร**. มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศรีประภา ชวนบุญ. 2554. **ผลของสภาวะในการอบและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของขนมปังซอฟต์ โรลล์อบสุกบางส่วนแช่แข็ง.**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิรินนา หนอกกระโทก สุทวริน เพ็ชร์หวล และ สุธาทิพย์ หวานทอง. 2558. **การคัดเลือกและการเพาะเลี้ยงยีสต์ที่เหมาะสมในการทำขนมปังและการเติมส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เนื้อสัมผัส และ ลักษณะ ทางประสาทสัมผัส**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Ansari,R. And Mohammad-Khah A. 2009. **Activated Charcoal : Preparation characterization and Applications.** Department of Chemistry. Faculty of Science. University of Guilan. Rasht. Iran .1(4).859-864

AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysi Chemistry**. 15th ed.The Association of Official Analysis Chemists. Washington, DC, USA.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemistry.** 17th edThe Association of Official Analysis Chemists. Gaithersburg, MD, USA.

Gomez-Serrano. 1998. **Adsorption of Mercury, Cadmium and Lead from Aqueous Solution on Heat-Treated and Sulphurized Activated Carbon.** Badajoz, Spain. 13(2): 129-134

Hough, J. S. & Stevens, R. 1961. **Beer flavour. IV. Factors affecting the production of fusel oil**. Journal of the Institute of Brewing. Nutfield. Surrey .67. 488

Lawless, H.T. and Heymann, H. 1998. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. New York.

Lazaridou, A., Duta D, Papageorgiou M, Belc N. and Biliaderis C.G. 2007. **Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations**. Department of Food Science and Technology, School of Agriculture, Aristotle University. Greece. 79(3),1033-1047.

Marco Vanoni , Marina Vai and Gianni Frascotti. 1984. **Effects of Temperature on the Yeast Cell Cycle Analyzed by Flow Cytometry**. Cytometry. Milano University. Italy. 530-533

Wichchukit Sukanya and O'Mahony Michael 2014. **The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science some reappraisals and alternatives.** Published online in Wiley Online Library. (2167-2178)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1 Yeast Extract Peptone Dextrose Broth

ประกอบด้วย

1.	Yeast Extract	10	กรัม
2.	Peptone	20	กรัม
3.	Dextrose	20	กรัม
4.	Distilled Water	1000	มิลลิลิตร

1.2 Yeast Extract Peptone Dextrose Agar

ประกอบด้วย

1.	Yeast Extract	10	กรัม
2.	Peptone	20	กรัม
3.	Dextrose	20	กรัม
4.	Agar	15	กรัม
5.	Distilled Water	1000	มิลลิลิตร

ทำการละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่นปริมาตรหนึ่งก่อน เมื่อส่วนผสมละลายเข้ากันแล้วให้ทำการปรับปริมาตรโดยใช้น้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ข.
การวัดการเจริญของเชื้อยีสต์

การนับจำนวนเซลล์ยีสต์ด้วย Haemacytometer ตามวิธี เดชาวุฒิและคณะ (2558)

การนับจำนวนเซลล์เพื่อสังเกตลักษณะของตัวเซลล์และจำนวนของเซลล์ โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง มาทำการนับจำนวนเซลล์ด้วย Haemacytometer

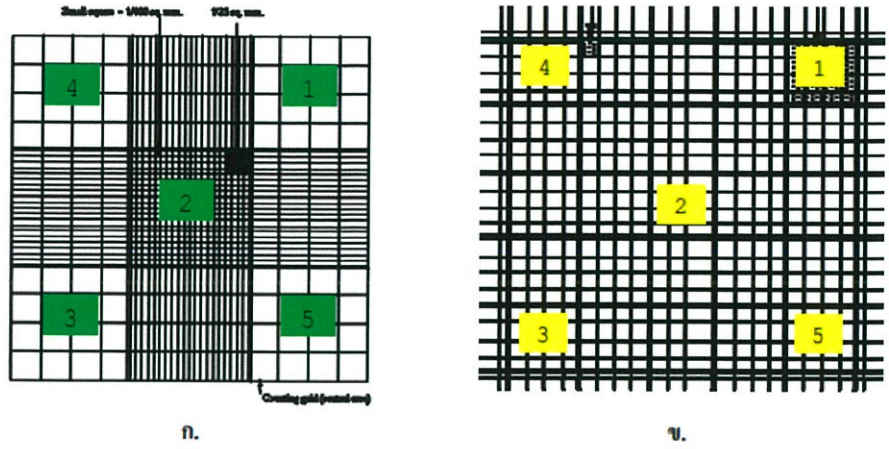
อุปกรณ์

1. Neubauer Improved Bright line ใน 1 ชุด ประกอบด้วย
    1.1 สไลด์ 1 อัน
    1.2 แผ่นปิดสไลด์ (Coverglass) ขนาด 20x26 มม. 1 แผ่น
2. ไมโครปิเปตต์และทิวบ์
3. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการตรวจนับจำนวนเซลล์

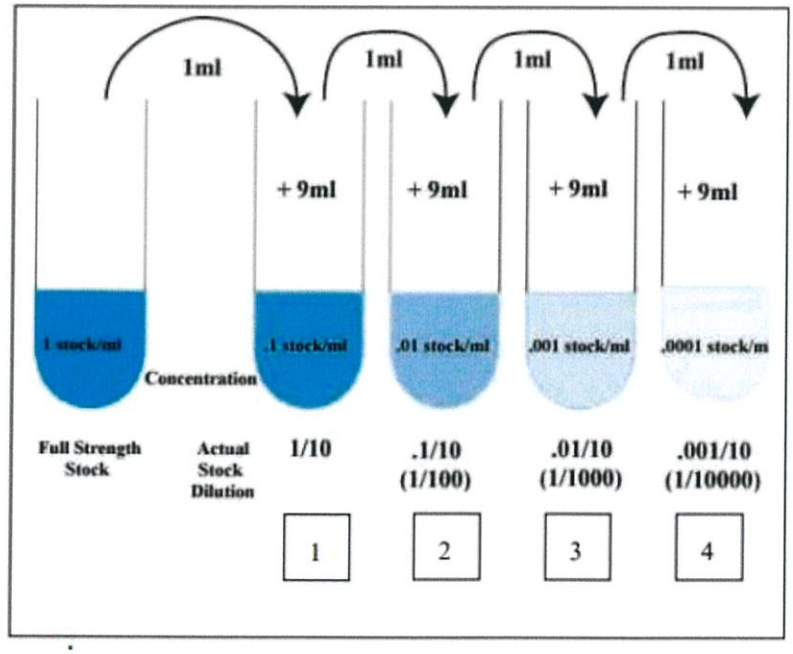
1. การหาจำนวนเซลล์เฉลี่ยที่นับได้ จะสามารถหาได้จากการนำจำนวนเซลล์ที่นับได้เฉลี่ยตรงบริเวณ upper และ lower ของ Haemacytometer มาทำการหาค่าเฉลี่ยแล้วนำค่าที่ได้มาคูณด้วยจำนวนช่องทั้งหมดและนำมาหารด้วยปริมาตรของช่องทั้งหมดจะได้จำนวนเซลล์ที่นับได้ในหน่วย cell/mm^3 หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนเป็นหน่วย cell/ml

2. ความลึกของแผ่นเพลตทุกแผ่น จะมีขนาด 0.1 มิลลิเมตรจุดสีเขียวที่เห็นคือ การนับเซลล์โดยจะทำโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยขยายขนาดเพื่อเพิ่มความสามารถในการมองเห็น เพื่อสามารถนับจำนวนเซลล์ได้โดยตรงด้วยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ และหน่วยที่ใช้ในการนับเซลล์คือ หน่วยเซลล์ต่อปริมาตร และตารางหรือกริด จะมีหลายขนาดเช่น ขนาด 1x1 0.25x0.25 0.25x0.20 และ 0.20x0.20 มิลลิเมตร เป็นต้น การคำนวณปริมาตรทำได้ด้วยการใช้สมการ กว้างxยาวxสูง ตามปกติหน่วยที่นับได้จะเป็น เซลล์ต่อมิลลิลิตร



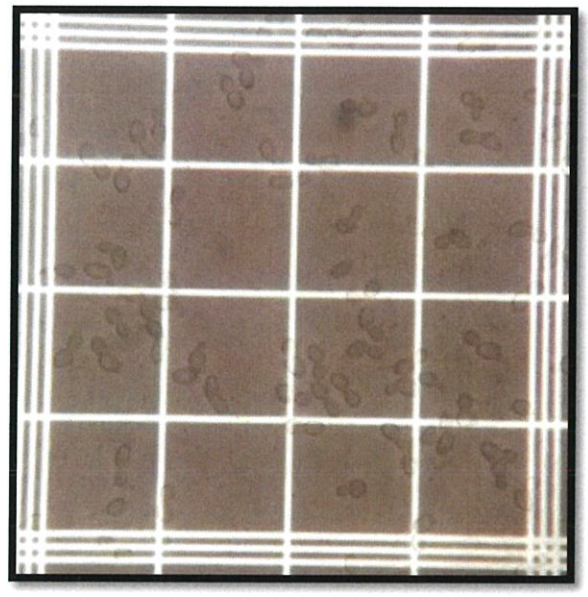
ภาพที่ ข.1 ภาพแสดงบริเวณที่ใช้นับเซลล์ขนาดใหญ่ (ก.)
ภาพขยายของตารางตรงกลางที่ใช้นับเซลล์ขนาดเล็ก (ข.)

3.ขั้นตอนการทำ Serial Dilution ถ้าจำนวนเซลล์มากเกินไปจนไม่สามารถนับจำนวนเซลล์ได้ให้นำไปทำ Serial Dilution ก่อนนับเพื่อทำการเจือจาง โดยใส่อาหารเลี้ยงยีสต์ ในหลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร เติม Stock Yeast 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่1 เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นดูดสารละลายจากหลอดที่1 ใส่ลงในหลอดที่ 2 เขย่าให้เข้ากัน ทำเช่นเดียวกันในหลอดที่ 3 และ 4 ดังภาพที่ ข.2 แล้วจึงทำการนับจำนวนเซลล์

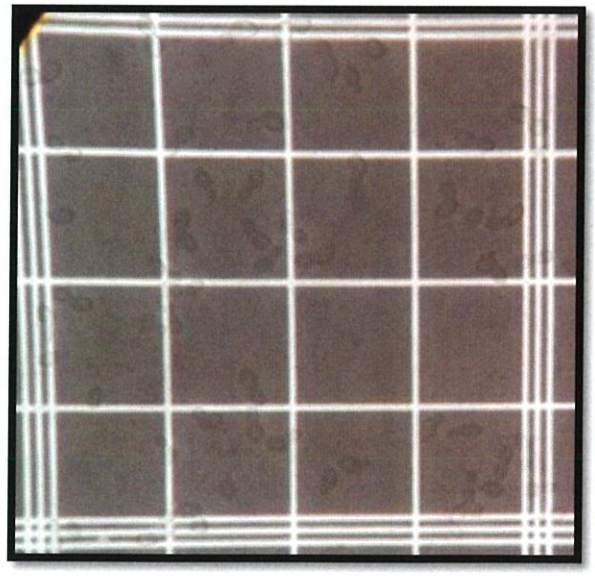


ภาพที่ ข.2 ภาพแสดงการทำ Serial Dilution

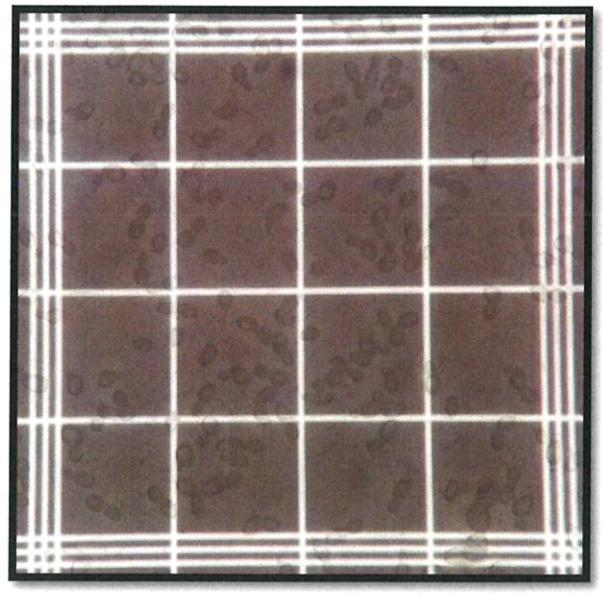
ภาพที่ ข.1–ข.8 ภาพกำลังขยาย 400 เท่าของเชื้อยีสต์ตราสินค้าต่างๆในช่วงเวลาที่มีการเจริญสูงสุด



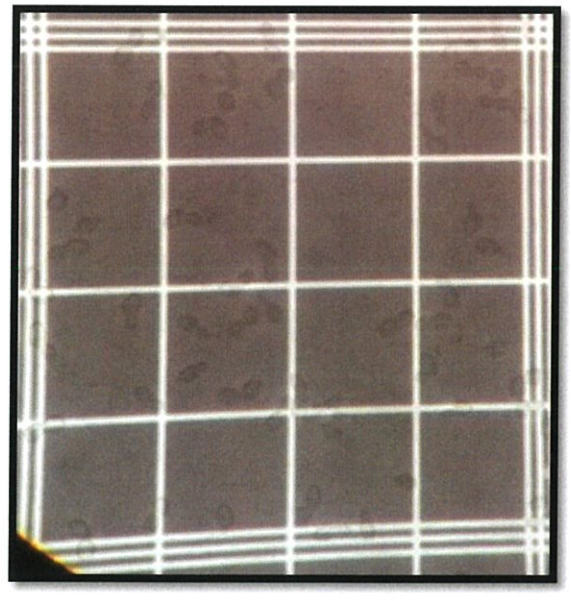
ภาพที่ ข.1 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Tandaco ชั่วโมงที่ 7



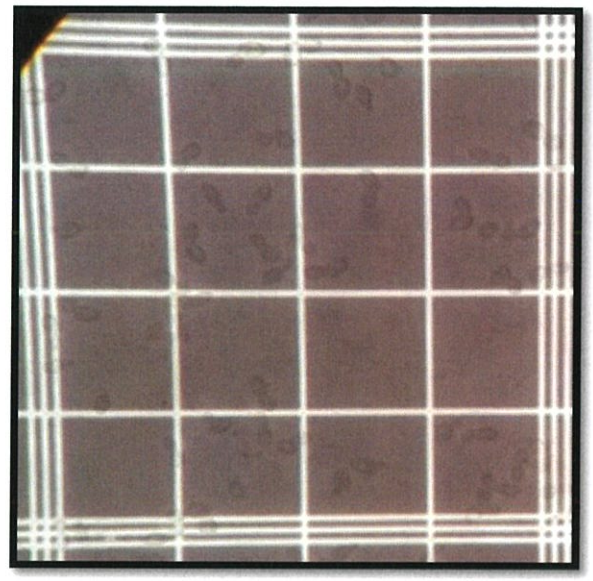
ภาพที่ ข.2 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Dolcela ชั่วโมงที่ 7



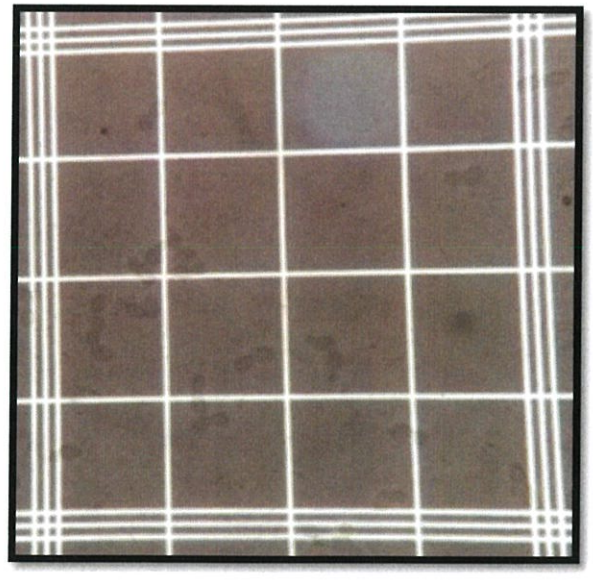
ภาพที่ ข.3 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า **Дрожжи** ชั่วโมงที่ 9



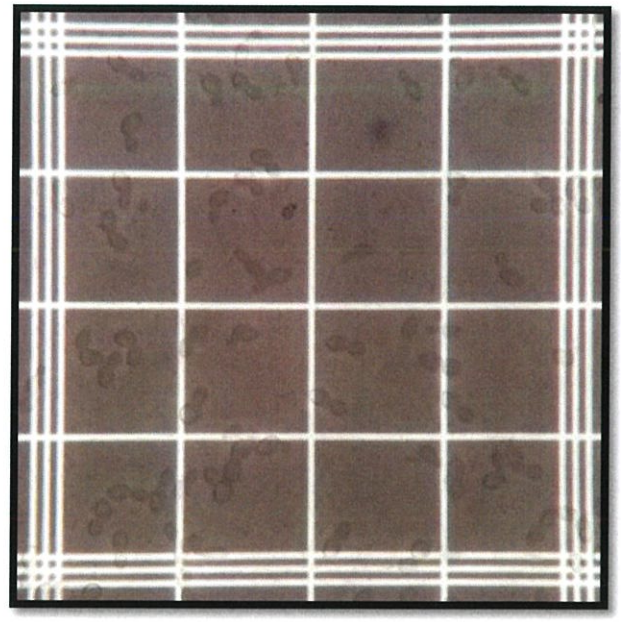
ภาพที่ ข.4 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า ชั่วโมงที่ 9



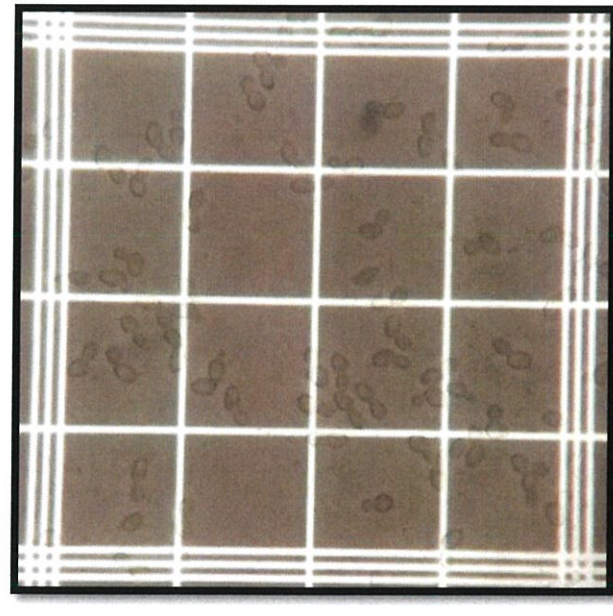
ภาพที่ ข.5 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Patissier ชั่วโมงที่ 9



ภาพที่ ข.6 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Qlshen ชั่วโมงที่ 11



ภาพที่ ข.7 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Tørgær ชั่วโมงที่ 9



ภาพที่ ข.8 ภาพกำลังขยาย 400 เท่า ของเชื้อยีสต์ตราสินค้า Hodgson Mill ชั่วโมงที่ 11

ภาคผนวก ค.

ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-Point Hedonic Sacle

1.การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่า

ภาพที่ ค.1 ภาพแสดงใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่า

ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale

วันที่ : ..... ตัวอย่าง : พิซซ่า ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ ○ ชาย ○ หญิง

กรุณาทำเครื่องหมาย ✖ ลงในช่องตามระดับความชอบของแต่ละรหัสตัวอย่าง

ความชอบโดยรวม	รหัสตัวอย่าง							
	801	802	803	804	805	806	807	808
ชอบมากที่สุด								
ชอบมาก								
ชอบปานกลาง								
ชอบเล็กน้อย								
เฉยๆ								
ไม่ชอบเล็กน้อย								
ไม่ชอบปานกลาง								
ไม่ชอบมาก								
ไม่ชอบมากที่สุด								

หมายเหตุ : กำหนดให้ ชอบมากที่สุด = 9 , ชอบมาก = 8 , ชอบปานกลาง = 7 , ชอบเล็กน้อย = 6 , เฉยๆ = 5 , ไม่ชอบเล็กน้อย = 4 , ไม่ชอบปานกลาง = 3 , ไม่ชอบมาก = 2 , ไม่ชอบมากที่สุด = 1

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการคัดเลือกยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมต่อการทำพิซซ่า

Oneway

Descriptives

ความพึงพอใจของผู้ทดสอบ

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Tandaco	100	5.53	1.951	.195	5.14	5.92	1	9
Dolcela	100	5.62	2.064	.206	5.21	6.03	1	9
Дрожжи	100	5.39	2.079	.208	4.98	5.80	1	9
Fantastico	100	5.76	1.960	.196	5.37	6.15	1	9
Pastissier	100	5.26	2.135	.213	4.84	5.68	1	9
Qlshen	100	6.33	2.387	.239	5.86	6.80	1	9
Tørgær	100	5.01	1.856	.186	4.64	5.38	1	9
Hodgson Mill	100	5.14	2.229	.223	4.70	5.58	1	9
Total	800	5.51	2.116	.075	5.36	5.65	1	9

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ตารางแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการคัดเลือกยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมต่อการทำพิซซ่า

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ความพึงพอใจของผู้ทดสอบ

Duncan[a]

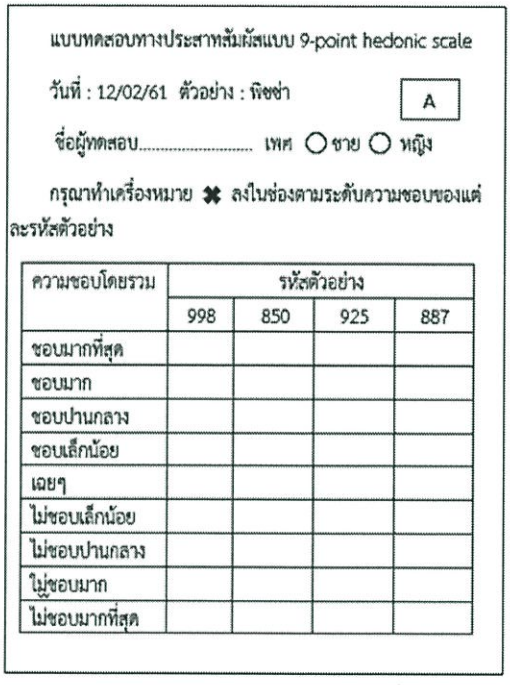
ตราสินค้าของยีสต์	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Tørgær	100	5.01		
Hodgson Mill	100	5.14	5.14	
Pastissier	100	5.26	5.26	
Дрожжи	100	5.39	5.39	
Tandaco	100	5.53	5.53	
Dolcela	100	5.62	5.62	
Fantastico	100		5.76	5.76
Qlshen	100			6.33
Sig.		.071	.066	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 100.000.

2.การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของชาร์โคลที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคล

ภาพที่ ค.2 ภาพแสดงใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนชาร์โคลที่เหมาะสมในการทำพิซซ่า



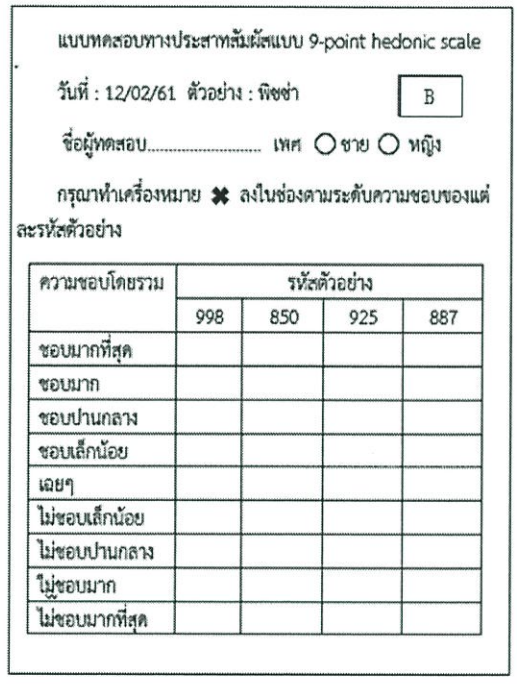
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale

วันที่ : 12/02/61 ตัวอย่าง : พิซซ่า A

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ ○ชาย ○ หญิง

กรุณาทำเครื่องหมาย ✖ ลงในช่องตามระดับความชอบของแต่ละรหัสตัวอย่าง

ความชอบโดยรวม	รหัสตัวอย่าง			
	998	850	925	887
ชอบมากที่สุด				
ชอบมาก				
ชอบปานกลาง				
ชอบเล็กน้อย				
เฉยๆ				
ไม่ชอบเล็กน้อย				
ไม่ชอบปานกลาง				
ไม่ชอบมาก				
ไม่ชอบมากที่สุด				



แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale

วันที่ : 12/02/61 ตัวอย่าง : พิซซ่า B

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ ○ชาย ○ หญิง

กรุณาทำเครื่องหมาย ✖ ลงในช่องตามระดับความชอบของแต่ละรหัสตัวอย่าง

ความชอบโดยรวม	รหัสตัวอย่าง			
	998	850	925	887
ชอบมากที่สุด				
ชอบมาก				
ชอบปานกลาง				
ชอบเล็กน้อย				
เฉยๆ				
ไม่ชอบเล็กน้อย				
ไม่ชอบปานกลาง				
ไม่ชอบมาก				
ไม่ชอบมากที่สุด				

หมายเหตุ : กำหนดให้ ชอบมากที่สุด = 9 , ชอบมาก = 8 , ชอบปานกลาง = 7 , ชอบเล็กน้อย = 6 , เฉยๆ = 5 , ไม่ชอบเล็กน้อย = 4 , ไม่ชอบปานกลาง = 3 , ไม่ชอบมาก = 2 , ไม่ชอบมากที่สุด = 1

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการคัดเลือกยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมต่อการทำพิซซ่า

Oneway

Descriptives

ความพึงพอใจ

เปอร์เซ็นต์ชาร์โคล	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	50	6.90	1.581	.224	6.45	7.35	2	9
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	50	7.02	1.558	.220	6.58	7.46	2	9
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	50	6.38	1.563	.221	5.94	6.82	3	9
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	50	7.52	1.488	.210	7.10	7.94	3	9
Total	200	6.96	1.589	.112	6.73	7.18	2	9

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) ตารางแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อการคัดเลือกยีสต์ทางการค้าที่เหมาะสมต่อการทำพิซซ่า

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ความพึงพอใจ

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาร์โคล	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5	50	6.38	
0	50	6.90	6.90
2	50	7.02	7.02
10	50		7.52
Sig.		.051	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ตารางที่ ง.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Hardness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ Oneway

Descriptives

Hardness

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	3.954612	1.3421922	.3465525	3.211331	4.697893	2.0507	6.7435
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	1.701407	.5370980	.1386781	1.403972	1.998842	1.1406	2.7523
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	2.807404	1.4059980	.3630271	2.028789	3.586020	1.2816	5.9161
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	4.378774	1.1505854	.2970799	3.741601	5.015947	2.9871	7.7699
Total	60	3.210549	1.5450579	.1994661	2.811418	3.609680	1.1406	7.7699

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Hardness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Hardness

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาโคล	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	1.701407		
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15		2.807404	
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15			3.954612
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15			4.378774
Sig.		1.000	1.000	.321

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ตารางที่ ง.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Area ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

Area

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	1.925118	.7221218	.1864511	1.525220	2.325016	1.1818	4.0880
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.911877	.2789332	.0720202	.757409	1.066345	.6410	1.4024
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	1.850878	1.0149689	.2620638	1.288807	2.412949	.8122	4.1653
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	2.792741	.8507553	.2196641	2.321609	3.263874	2.0000	5.4380
Total	60	1.870154	1.0045470	.1296865	1.610652	2.129656	.6410	5.4380

ตารางที่ ง.2 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Area ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Area

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาโคล	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.911877		
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15		1.850878	
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15		1.925118	
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15			2.792741
Sig.		1.000	.792	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ตารางที่ ง.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Cohesiveness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

Cohesiveness

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	.415984	.0747351	.0192965	.374597	.457371	.3137	.5824
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.443809	.0439221	.0113406	.419486	.468132	.3743	.5119
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	.402553	.0576623	.0148884	.370621	.434486	.3082	.4902
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	.383787	.0666550	.0172103	.346875	.420699	.2824	.4859
Total	60	.411533	.0641282	.0082789	.394967	.428099	.2824	.5824

ตารางที่ ง.3 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Cohesiveness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Cohesiveness

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาโคล	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	.383787	
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	.402553	.402553
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	.415984	.415984
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15		.443809
Sig.		.184	.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ตารางที่ ง.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Springiness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

Springiness

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	1.531745	.0671611	.0173409	1.494552	1.568938	1.4105	1.6332
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	1.509664	.0425858	.0109956	1.486080	1.533247	1.4320	1.5931
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	1.432097	.0808603	.0208781	1.387318	1.476876	1.3071	1.5205
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	1.371159	.1104246	.0285115	1.310008	1.432310	1.2316	1.5112
Total	60	1.461166	.1004212	.0129643	1.435225	1.487108	1.2316	1.6332

ตารางที่ ง.4 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Springiness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Springiness

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาโคล	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	1.371159		
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15		1.432097	
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15			1.509664
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15			1.531745
Sig.		1.000	1.000	.448

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ตารางที่ ง.5 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Chewiness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

Chewiness

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	.246002	.0781503	.0201783	.202724	.289281	.1359	.4065
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.113146	.0353661	.0091315	.093561	.132731	.0697	.2105
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	.152580	.0556822	.0143771	.121744	.183415	.0873	.2651
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	.229487	.0627477	.0162014	.194738	.264235	.1254	.3244
Total	60	.185304	.0802807	.0103642	.164565	.206042	.0697	.4065

ตารางที่ ง.5 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Chewiness ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Chewiness

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาโคล	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.113146	
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	.152580	
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15		.229487
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15		.246002
Sig.		.077	.454

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ตารางที่ ง.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Gumminess ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

Gumminess

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15	1.605859	.5022152	.1296714	1.327742	1.883977	.8704	2.5707
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.746902	.2189778	.0565398	.625636	.868168	.4722	1.3212
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15	1.080401	.4428677	.1143479	.835150	1.325653	.6183	1.9697
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15	1.662576	.4019982	.1037955	1.439957	1.885196	.9492	2.2387
Total	60	1.273935	.5501494	.0710240	1.131816	1.416054	.4722	2.5707

ตารางที่ ง.6 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า Gumminess ของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Gumminess

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาโคล	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ชาร์โคล2เปอร์เซ็นต์	15	.746902		
ชาร์โคล5เปอร์เซ็นต์	15		1.080401	
ชาร์โคล0เปอร์เซ็นต์	15			1.605859
ชาร์โคล10เปอร์เซ็นต์	15			1.662576
Sig.		1.000	1.000	.703

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ภาคผนวก จ.
การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

1.1 การวิเคราะห์ความชื้น ตามวิธี ธิดารัตน์ และ ปิยพร (2559)

อุปกรณ์

1. เตาอบแบบมีลมไหลเวียนภายใน (Force Draft Oven)
2. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
3. ภาชนะอลูมิเนียม (Moisture Can) พร้อมฝาปิด
4. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. เขียนระบุบนภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและชั่งน้ำหนักที่อบแห้งแล้วที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. ชั่งน้ำหนักแป้งพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันประมาณ 5 กรัม ใส่ในภาชนะอลูมิเนียม
3. นำไปอบในเตาอบแบบมีลมไหลเวียนภายในที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอลูมิเนียมออก
4. นำภาชนะอลูมิเนียมออกจากเตาอบแบบมีลมไหลเวียนภายในพร้อมปิดฝาอลูมิเนียม ทิ้งให้เย็นใน โถดูดความชื้นจนกระทั่งเย็น จากนั้นชั่งน้ำหนักที่เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
5. นำกลับไปอบซ้ำอีก จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่
6. คำนวณหาปริมาณความชื้น เปอร์เซ็นต์ความชื้น ได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นความชื้น} = \frac{(w1 - w) - (w2 - w)}{(w1 - w)} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักของภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)
W1 = น้ำหนักของภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
W2 = น้ำหนักของภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธี ปรีดา (2555)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การย่อย (Digestion Unit)
2. อุปกรณ์การกลั่น (Distillation Unit)
3. อุปกรณ์การไตเตรท (Titration Unit)
4. Boiling Chip

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4 93-98%)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40%
3. สารละลายกรดบอริค 4%
4. Catalyst (ตัวเร่งปฏิกิริยา) ประกอบด้วย 98% และ $CuSO_4$ 2%
5. สารละลายอินดิเคเตอร์ (Mix Indicator) เตรียมโดยผสม 0.1 % Bromocresol Green ใน 95 % แอลกอฮอล์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กับ 0.1 % Methyl Red ใน 95 % แอลกอฮอล์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร
6. กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งแป้งพิซซ่าประมาณ 2 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ลงในหลอดย่อย
2. ใส่คะตะลิสลงไปประมาณ 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ลงไปประมาณ 20-25 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบาๆ และใส่ Boiling Chip ประมาณ 2-3 เม็ด
4. เปิดเครื่องย่อยแล้วตั้งหลอดย่อยในเครื่อง สวมเครื่องดักจับไอกรดลงบนส่วนบนของหลอดย่อย และเปิด Power ของเครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ดูดควัน
5. กดปุ่ม Start ที่เครื่องย่อย เมื่ออุณหภูมิได้ 420 องศาเซลเซียสแล้วทำการย่อยต่อไปอีก 2 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสารละลายสีเขียวใส จากนั้นยกหลอดย่อยออกมาตั้งพักไว้ให้เย็น
6. ปิด Power เครื่องย่อย แต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้เพื่อดักจับไอกรดที่ยังคงเหลืออยู่

ข. ขั้นตอนการกลั่น

1. เปิด Power เครื่องหล่อเย็นแล้วเซ็ตระบบการทำงานของเครื่องกลั่น จากนั้นทำการเปิดเครื่องกลั่นทำการล้างระบบด้วยน้ำกลั่น
2. ตวงสารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมหยดอินดิเคเตอร์ ซึ่งจะทำให้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อน
3. นำหลอดย่อยประกอบเข้ากับเครื่องกลั่น และวางขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายกรดบอริคไว้บริเวณ Plateform ให้แท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้กรดบอริค
4. ปิด Safety Door ทำการกลั่น เป็นเวลาประมาณ 4 นาที

5. เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว เอาขวดรูปชมพู่ และหลอดย่อยออกจากเครื่อง

ค. ขั้นตอนการไทเทรต

1. นำสารละลายในขวดรูปชมพู่ไปไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน

2. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นโปรตีน} = \frac{(A - B) \times N \times 1.4 \times F}{W_1}$$

เมื่อ A คือ ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B คือ ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)
W_1 คือ น้ำหนักของตัวอย่าง
N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)
F คือ ค่า Conversion Factor

หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์โปรตีน = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x Conversion Factor
โดย ค่า Conversion Factor ของผลิตภัณฑ์ทั่วไป เท่ากับ 5.83

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet Extraetion ตามวิธี AOAC (2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxhlet
3. ทิมเบิล (Thimble)
4. ตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบไล่ความชื้น
5. ฟลาสก์สกัดไขมัน
6. เครื่องชั่งทศนิยมสี่ตำแหน่ง
7. คีมคีบ (Forcep)
8. โถดูดความชื้น
9. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส

วิธีการ

1. อบฟลาสก์สกัดไขมันที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสในตู้อบลมร้อน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักของฟลาสก์ แล้วจดน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งแป้งพิซซ่าประมาณ 4 กรัมที่บดละเอียด ห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วใส่ลงในทิมเบิล เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในฟลาสก์สำหรับสกัดไขมัน 150 มิลลิลิตร จากนั้นนำทิมเบิลใส่ลงไปในส่วนของ Extraction Tube
3. ต่อฟลาสก์ที่มีปิโตรเลียมอีเทอร์เข้ากับส่วนของ Extraction Tube และ Condenser แล้วทำการสกัด ประมาณ 2 ชั่วโมง
4. แยกเอาฟลาสก์ออกจากเครื่องสกัดแล้วใช้คีมคีบทิมเบิลที่ใส่ตัวอย่างอาหารออกจากฟลาสก์
5. นำฟลาสก์ไประเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออก โดยอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{เปอร์เซ็นไขมัน} = \frac{A}{B} \times 100$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักไขมัน (กรัม)
B คือ น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (กรัม)

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบและเถ้า ตามวิธี สิรินนา และคณะ(2558)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดทศนิยมสี่ตำแหน่ง
2. เครื่องกรองสุญญากาศ (Buchner)
3. Buchner Flask
4. กระดาษฟอยล์
5. โถดูดความชื้น
6. ปากคีบ (Tong)
7. Volumetric Flask
8. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
9. ครูซิเบิล
10. เตาเผา (Muffle Furnace)
11. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
12. กระบอกตวง
13. แท่งแก้วคนสาร
14. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
15. กระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้า

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.01 นอร์มัล
2. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.23 นอร์มัล
3. อะซีโตน
4. น้ำกลั่นต้มให้เดือดสำหรับล้างตัวอย่างหลังผ่านการย่อยด้วยกรดและด่าง

วิธีการ

1. นำตัวแป้งพิซซ่าที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วไปบดลดขนาดด้วย Blender
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของแป้งพิซซ่าประมาณ 3 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.01 นอร์มัล ปริมาตร 150 มิลลิลิตร
4. นำไปต้มให้เดือดเบาๆ นาน 30 นาที โดยพยายามรักษาระดับของเหลวในบีกเกอร์ให้คงที่โดยการเติมน้ำกลั่นที่ร้อนและคนเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันตัวอย่างเกาะติดกับผนังบีกเกอร์
5. กรองอย่างรวดเร็วผ่านกระดาษกรองบน Buchner ล้างบีกเกอร์ และกากบนกระดาษกรองหลายๆ รอบด้วยน้ำกลั่นที่ร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.23 นอร์มัล นำไปต้มให้เดือดเบาๆ ประมาณ30 นาที โดยพยายามรักษาระดับของเหลวในบีกเกอร์ให้คงที่โดยการเติมน้ำกลั่นที่ร้อนและคนเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันตัวอย่างเกาะติดกับผนังบีกเกอร์
7. กรองอย่างรวดเร็วผ่านกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้าที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนบน Buchner ล้างบีกเกอร์และกากบนกระดาษกรองหลายๆรอบด้วยน้ำกลั่นที่ร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร และ ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นเย็น 1 ครั้ง
8. ล้างตะกอนด้วยอะซีโตน ปริมาณเล็กน้อย 2 รอบ
9. นำกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้าใส่ในครูซิเบิ้ลที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปทำให้แห้งโดยไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานข้ามคืน แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งสี่ตำแหน่ง
10. เมื่อชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำครูซิเบิ้ลไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก ซึ่งน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักเถ้า
11. คำนวณหาปริมาณเยื่อใยหยาบและปริมาณเถ้า

$$\text{เปอร์เซ็นเยื่อใยหยาบ} = \frac{F_1 F_2}{F_0} \times 100$$

เมื่อ F_0 คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมัน (กรัม)
F_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบโดยตู้อบลมร้อน
(น้ำหนักเยื่อใยหยาบรวมกับน้ำหนักเถ้า) (กรัม)
F_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (น้ำหนักเถ้า) (กรัม)

1.5 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธี AOAC (2000)

ในการวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสารของตัวอย่างอาหารจะต้องวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ไขมัน (Crude Fat) โปรตีน (Crude Protein) และเถ้า สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate) คือส่วนที่เหลือโดยผลต่าง (By Difference) จึงหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารได้ดังนี้

เปอร์เซ็นคาร์โบไฮเดรต = 100 – (%โปรตีน + %ไขมัน + %เถ้า + %เยื่อใยหยาบ)

ตารางที่ จ.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความชื้นของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

ความชื้น

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	20.152133	.1592886	.0919653	19.756439	20.547828	19.9720	20.2744
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	20.990100	.7415535	.4281361	19.147979	22.832221	20.4090	21.8253
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	21.263333	1.1562816	.6675795	18.390971	24.135696	19.9664	22.1865
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	20.990100	.7415535	.4281361	19.147979	22.832221	20.4090	21.8253
Total	12	20.848917	.7986163	.2305407	20.341500	21.356333	19.9664	22.1865

ตารางที่ จ.1 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความชื้นของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ความชื้น

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาร์โคล	N	Subset for alpha = 0.05
		1
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	20.152133
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	20.990100
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	20.990100
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	21.263333
Sig.		.142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ จ.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณโปรตีนของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptive

โปรตีน

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	1	.925200	.	.	.	.	.9252	.9252
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	1	.897800	.	.	.	.	.8978	.8978
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	1	.843600	.	.	.	.	.8436	.8436
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	1	.816200	.	.	.	.	.8162	.8162
Total	4	.870700	.0496968	.0248484	.791621	.949779	.8162	.9252

ตารางที่ จ.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณไขมันของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

ไขมัน

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	18.231033	2.2662178	1.3084015	12.601436	23.860631	15.6634	19.9521
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	18.010133	2.1189366	1.2233686	12.746403	23.273864	15.6554	19.7631
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	17.104033	1.2991759	.7500796	13.876701	20.331365	16.0458	18.5540
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	16.025233	.2234578	.1290134	15.470133	16.580333	15.7726	16.1970
Total	12	17.342608	1.7005000	.4908921	16.262162	18.423055	15.6554	19.9521

ตารางที่ จ.3 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณไขมันของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ไขมัน

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาร์โคล	N	Subset for alpha = 0.05
		1
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	16.025233
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	17.104033
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	18.010133
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	18.231033
Sig.		.170

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ จ.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณเยื่อใยหยาบของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

เยื่อใยหยาบ

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	.802800	.0833203	.0481050	.595821	1.009779	.7066	.8521
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	.735167	.3449779	.1991731	-.121806	1.592139	.3450	.9998
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	.758167	.1893542	.1093237	.287785	1.228549	.5400	.8798
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	.864667	.0262534	.0151574	.799449	.929884	.8350	.8849
Total	12	.790200	.1794611	.0518060	.676176	.904224	.3450	.9998

ตารางที่ จ.4 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณเยื่อใยหยาบของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

เยื่อใยหยาบ

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาร์โคล	N	Subset for alpha = 0.05
		1
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	.735167
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	.758167
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	.802800
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	.864667
Sig.		.479

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ จ.5 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณเถ้าของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

เถ้า

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3	.636800	.1194362	.0689565	.340104	.933496	.4999	.7197
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	.346200	.2052007	.1184727	-.163547	.855947	.1900	.5786
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	.216600	.0675142	.0389794	.048885	.384315	.1499	.2849
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	.337033	.1604662	.0926452	-.061587	.735653	.1950	.5111
Total	12	.384158	.2045073	.0590362	.254221	.514096	.1499	.7197

ตารางที่ จ.5 (ต่อ) ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณเถ้าของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

เถ้า

Duncan[a]

เปอร์เซ็นต์ชาร์โคล	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	3	.216600	
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	3	.337033	
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	3	.346200	
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	3		.636800
Sig.		.331	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ จ.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตของพิซซ่าที่ใส่ชาร์โคลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยวิธีทางสถิติ

Oneway

Descriptives

คาร์โบไฮเดรต

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ชาร์โคล 0 เปอร์เซ็นต์	1	59.252900	.	.	.	.	59.2529	59.2529
ชาร์โคล 2 เปอร์เซ็นต์	1	57.459400	.	.	.	.	57.4594	57.4594
ชาร์โคล 5 เปอร์เซ็นต์	1	59.813700	.	.	.	.	59.8137	59.8137
ชาร์โคล 10 เปอร์เซ็นต์	1	60.967400	.	.	.	.	60.9674	60.9674
Total	4	59.373350	1.4620324	.7310162	57.046930	61.699770	57.4594	60.9674

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 20 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว กัลยาณรัตน์ วงษ์วิวัฒ์ รหัสประจำตัว 57050795

นาย/นาง/นางสาว พกาวดี สุขอิ่ม รหัสประจำตัว 57050854

นาย/นาง/นางสาว ..... รหัสประจำตัว .....

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชา ชีววิทยา

ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การคัดเลือกยีสต์ที่เหมาะสมในการทำพิซซ่าชาร์โคลและศึกษาเนื้อสัมผัสและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าชาร์โคล

ชื่อภาษาอังกฤษ YEAST SELECTION FOR PIZZA CHARCOAL PRODUCTION AND ITS TEXTURE AND SENSORY CHARACTERISTICS

ปีการศึกษา 2560

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 0.00 % หรือโปรแกรม Turnitin ..... %

ลงชื่อ กัลยาณรัตน์ วงษ์วิวัฒ์	ลงชื่อ พกาวดี สุขอิ่ม	ลงชื่อ .....
(นางสาวกัลยาณรัตน์ วงษ์วิวัฒ์)	(นางสาวพกาวดี สุขอิ่ม)	( )
นักศึกษา	นักศึกษา	นักศึกษา

ข้าพเจ้า ศ. / รศ. / ผศ. / ดร. / อ. มงคล เพ็ญสายใจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ	ลงชื่อ	ลงชื่อ .....
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม