15754

การศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ เพื่อใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหาร

(Production of yeast extract by autoclave for a flavoring agent in food)

T096528

นางสาวเกวลิน ชัยวัฒน์
นางสาวภูริตา ทัพพงษ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วพ.
ก๗๑ก
2542

พ.ศ. 2542

ลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1873

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ
เพื่อใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหาร
(Production of yeast extract by autoclave for a flavoring agent in food)

โดย

นางสาวเกวลิน ชัยวัฒน์
นางสาวภูริตา ทัพพงษ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ปกป้อง..... 23/ธค./42 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(อภิชยา จงสถิรคุณสถิตย์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
.....
( )
หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
วันที่ 1 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 42

ฝพ.
ก 7771 ก
2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกวลิน ชัยวัฒน์ และ ภูริตา ทัพพงษ์. 2542 : การศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอเพื่อใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหาร (Production of yeast extract by autoclave for a flavoring agent in food). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์อพัชชา วงศ์เจริญสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์ประมวล ศรีกาหลง

การทดลองได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารสกัดจากยีสต์ 2 ปัจจัย คือ ความเป็นกรดด่าง (pH) และเวลาในการให้ความร้อนและความดันด้วยหม้อนึ่งความดันไอ โดยเตรียมสารแขวนลอยยีสต์เข้มข้น 50 % (w/w) ปรับความเป็นกรดด่างที่ระดับ 5, 7 และ 9 ตามลำดับ นำเข้าหม้อนึ่งความดันไอ ที่อุณหภูมิ 121 °ซ. เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ จากนั้นหมุนเหวี่ยงได้สารละลายใส มาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ คือที่ระดับความเป็นกรดด่าง 9 และใช้เวลา 10 นาที ปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่า 3.85 % และ 6.53 % ตามลำดับ จากนั้นนำสารสกัดจากยีสต์ที่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 40 % ไปผสมในลูกชิ้นเนื้อที่ระดับ 0, 1.5, 3.0 และ 6.0 % (w/w) ตามลำดับ ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ในด้านกลิ่นรส สี รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ 6.0 % (w/w) มีกลิ่นรสดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.70 ซึ่งแตกต่างจากลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เกวลิน ชัยวัฒน์		23 / มิ.ค. / 42
	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน เดือน ปี
ภูริตา ทัพพงษ์	ประมวล ศรีกาหลง	23 / มี.ค. / 42
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องการศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอเพื่อใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหาร สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อัชชา วงศ์เจริญสถิตย์ และอาจารย์ประมวล ศรีกาหลง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ สำหรับความเมตตา ความช่วยเหลือ และคำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์กัลยาณี โสมนัส อาจารย์บุญเทียม พันธุ์เพ็ง อาจารย์ชมพูนุช สีห์โสภณ และอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ให้ความรู้ และคำปรึกษาที่ดีสำหรับการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และพี่ ๆ ห้องธุรการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ บรรณารักษ์ของห้องสมุดทุก ๆ ท่านที่คอยอำนวยสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการค้นคว้าข้อมูลเพื่อประกอบการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ สำหรับความช่วยเหลือ และกำลังใจจากเพื่อน ๆ น้อง ๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุก ๆ คน

ท้ายสุดนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ ๆ น้อง ๆ และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจ ทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

เกวลิน ชัยวัฒน์
ภูริตา ทัพพงษ์

19 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบาญ	ค
สารบาญตาราง	ง
สารบาญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
1. สารสกัดจากยีสต์	3
1.1 ประวัติ และความเป็นมาของการผลิตสารสกัดจากยีสต์	3
1.2 องค์ประกอบของสารสกัดจากยีสต์	3
2. การผลิตสารสกัดจากยีสต์	6
2.1 คุณลักษณะของยีสต์ที่ใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์	6
2.2 วิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์	8
2.3 วิวัฒนาการการผลิตสารสกัดจากยีสต์	13
3. การเกิดกลิ่นรสในสารสกัดจากยีสต์	16
4. การประยุกต์ใช้สารสกัดจากยีสต์ในอาหาร	18
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	32
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก ก.	35
ภาคผนวก ข.	37
ภาคผนวก ค.	42
ภาคผนวก ง.	44
ภาคผนวก จ.	46
ประวัติผู้เขียน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของสารสกัดจากยีสต์ขนมปังในรูปของเหลวข้น	4
2	เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายตัวเองจากโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง (A, B, C, D และ E)	5
3	เปรียบเทียบปริมาณกรดอะมิโนโดยเฉลี่ยของสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายตัวเองจากโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง (A, B, C, D และ E)	5
4	ปริมาณวิตามินที่พบในสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายตัวเอง	6
5	องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด	24
6	ปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง	25
7	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก)	28
8	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1.5, 3.0 และ 6.0 %	30
9	จำนวนผู้บริโภคที่เลือกโปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับ 0 % หรือ 6.0 %	31
10	ปริมาณโปรตีนของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง	46
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง	46
12	ปริมาณของแข็งทั้งหมดของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง	47
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง	47
14	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่กลิ่นรสจากผู้ชิมจำนวน 20 คน	48
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่สีที่ปรากฏจากผู้ชิมจำนวน 20 คน	49
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ	49
18	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่รสชาติจากผู้ชิมจำนวน 20 คน	50
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านรสชาติในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ	50
20	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่ความชอบรวมจากผู้ชิมจำนวน 20 คน	51
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ	51
22	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โปรตีนเกษตรด้วยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (pair comparision test)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพการย่อยสลายเซลล์ยีสต์โดยวิธีการย่อยสลายตัวเอง (autolysis)	11
2	การทำให้เซลล์เตกโดยวิธีพลาสโมไลซีส (plasmolysis)	12
3	การเกิดกลิ่นรสโดยการเปลี่ยนรูปของ 5' – AMP เป็น 5' – IMP	17
4	ยีสต์สดจากบริษัทไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด	23
5	สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อน และ ความดันนาน 5 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9	25
6	สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อน และ ความดันนาน 10 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9	26
7	สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อน และ ความดันนาน 15 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9	26
8	สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อน และ ความดันนาน 20 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9	27
9	สารสกัดจากยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากทางการค้าของบริษัทคราฟท์ (KRAFT ®)	28
10	ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ (control) และ ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในระดับ 0, 1.5, 3.0 และ 6.0 %	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันสารปรุงแต่งกลิ่นรสมีบทบาทสำคัญมากขึ้น และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท ทั้งในรูปสารสังเคราะห์ และจากธรรมชาติ

สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสจากธรรมชาติประเภทหนึ่งที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมอาหารเมื่อ 2 – 3 ทศวรรษที่ผ่านมา (Reed และ Nagodawithana, 1991) และมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากสารสกัดจากยีสต์มีกลิ่นรสที่เฉพาะตัว (กลิ่นรสที่คล้ายเนื้อ) มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นแหล่งเปปไทด์ กรดอะมิโน วิตามินบีรวม และเกลือแร่บ้างเล็กน้อย (Rose, 1982) นอกจากนี้มีราคาที่ต่ำกว่าสารปรุงแต่งกลิ่นรสอื่น ๆ ที่สังเคราะห์ขึ้นมา (สุพจน์ และประศาสตร์, ม.ป.ป.) และได้การรับรองว่ามีความปลอดภัย (General Recognize As Safe; GRAS) สูง (Reed และ Nagodawithana, 1991)

สารสกัดจากยีสต์มีลักษณะรูปแบบแตกต่างกันไปตามบริษัทผู้ผลิตทั้งสารสกัดจากยีสต์ในรูปของของเหลว ของเหลวข้นหนืด (paste) ผงแป้ง และเป็นเม็ดเล็ก ๆ กลิ่นรสของสารสกัดจากยีสต์มีความแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ที่ใช้ สภาวะในการผลิตทำให้สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น ซุป ซอส ชีส เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส ผลิตภัณฑ์เนื้อ และอาหารขบเคี้ยวเป็นต้น (Labell, 1992) นอกจากนั้นยังพบว่ามีการเติมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารเด็กอ่อนด้วย (Rose, 1982)

ยีสต์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตสารสกัดจากยีสต์ คือ ยีสต์ขนมปัง (baker's yeast) และยีสต์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเบียร์ (brewer's yeast) แต่ปัจจุบันนิยมใช้ยีสต์ขนมปังในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ เนื่องจากมีกลิ่นรสที่เฉพาะตัว นุ่มนวล ปริมาณโปรตีนภายในเซลล์สูง (Reed และ Nagodawithana, 1991) และกรรมวิธีการผลิตง่ายกว่ายีสต์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเบียร์ โดยสายพันธุ์ยีสต์ที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ คือ *Saccharomyces cerevisiae, Kluyveromyces flagilis* และ *Candida utilis* (Rose, 1982)

โดยทั่วไปกระบวนการผลิตสารสกัดจากยีสต์ในทางการค้าทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) การย่อยสลายโดยใช้สารอินทรีย์และอนินทรีย์ (plasmolysis) การย่อยสลายโดยใช้กรด (acid hydrolysis) และการทำให้เซลล์แตกโดยใช้แรงกล (mechanical disruption) ซึ่งในแต่ละวิธีจะสามารถผลิตสารสกัดจากยีสต์ที่มีปริมาณผลผลิตค่อนข้างต่ำ (Rose, 1982) ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาและวิจัยวิธีการผลิตใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อปรับปรุงวิธีการผลิตให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทดลองนี้เป็นการศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้ความร้อน และความดันไอในหม้อนึ่งความดันไอ เพื่อให้ได้สารสกัดจากยีสต์ที่มีโปรตีนในปริมาณสูงที่สุด ในขณะเดียวกันก็ทำการศึกษาแนวทางในการนำสารสกัดจากยีสต์ที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของอาหารให้ได้กลิ่นรสที่ดียิ่งขึ้น เพื่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารนั้น โดยมีวัตถุประสงค์ในการทดลอง ดังนี้

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารให้กลิ่นจากยีสต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)

1.1 ประวัติ และความเป็นมาของการผลิตสารสกัดจากยีสต์

ในปลายศตวรรษที่ 19 ได้มีการศึกษาและบ่งชี้ว่าในเซลล์ยีสต์มีปริมาณของโปรตีนอยู่สูง สามารถเป็นแหล่งสารอาหารที่สำคัญต่อมนุษย์และสัตว์ นอกจากนั้นยังเป็นสารเพิ่มกลิ่นรส (flavoring agent) อีกด้วย ในวงการอุตสาหกรรมเบียร์ได้เริ่มต้นทดสอบความเป็นไปได้ในการเพิ่มมูลค่าของยีสต์ที่เหลือจากการใช้ในอุตสาหกรรมเบียร์ โดยประสบความสำเร็จในปี ค.ศ. 1894 ได้มีการจดสิทธิบัตรเกี่ยวกับการผลิตสารสกัดจากยีสต์เป็นครั้งแรก และสารสกัดจากยีสต์ที่ผลิตขายในทางการค้าเป็นครั้งแรก อยู่ภายใต้ชื่อ "Marmite" โดยมีการผสมเครื่องเทศบางชนิดลงไปในส่วนผสมด้วย ซึ่งยังคงมีการจำหน่ายจนถึงปัจจุบันนี้ ในปี ค.ศ. 1940 ได้มีการศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์ขนมปัง (baker's yeast) ขึ้น ในปัจจุบันได้นิยมใช้ยีสต์ขนมปังเป็นวัตถุดิบในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ และสายพันธุ์ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ ตัวอย่างเช่น *Candida utilis, Kluyveromyces marxianus* และ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นต้น (Verduyn, 1996)

1.2 องค์ประกอบของสารสกัดจากยีสต์

สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยโปรตีน และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่แยกได้จากเซลล์ยีสต์ (สุพจน์ และประศาสตร์, ม.ป.ป.) เช่น ไทอามีน (thiamin), แซนทีน (xanthine) และเหล็ก (iron) เป็นต้น ด้วยกระบวนการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) ของยีสต์ หรือได้จากการย่อยสลายโดยใช้สารเคมีหรือเอนไซม์ ซึ่งในแต่ละสภาวะหรือในแต่ละวิธีจะได้สารสกัดจากยีสต์ที่มีองค์ประกอบแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสารสกัดจากยีสต์ขนมปังในรูปของเหลวข้น

General				
	Moisture	28 %		
	Protein (N x 6.25)	37 %		
	Sodium chloride	11 %		
	Ash (excluding NaCl)	7 %		
	Fat	Traces		
	Carbohydrate	17 %		
Vitamin B content (mg. per g. extract)				
	Thiamin	10 - 20		
	Riboflavin	50 - 100		
	Pyridoxine	10 - 16		
	Niacin	300 - 500		
Amino acid (of total protein (N x 6.25) after hydrolysis)				
	Essential		Non-essential	
	Isoleucine	4.9	Alanine	6.5
	Leucine	6.2	Arginine	3.8
	Methionine	1.4	Aspartic	14.0
	Phenylalanine	4.5	Cistine	Trace
	Threonine	7.1	Glutamic	19.6
	Trytophan	4.5	Glycine	4.4
	Valine	5.6	Histidine	1.8
			Proline	3.5
			Serine	4.6
			Tyrosine	2.5

ที่มา: Kelly, 1983 อ้างถึงใน ภูวดล และสมศักดิ์, 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายตัวเองโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง (A, B, C, D และ E)

Component (%, w/w)	A	B	C	D (standard extract)	D (low sodium extract)	E
Moisture	3.4	3.1	3.4	3.3	4.4	5.8
Carbohydrates	27.3	19.3	20.5	12.0	15.4	6.2
Protein (total nitrogen times 6.25)	55.5	50.8	65.1	57.0	71.7	67.2
Ash	9.3	22.7	9.7	25.8	12.2	10.9
Lipids	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.5
Organic acids	1.6	3.9	2.6	2.0	2.5	4.8
Ammonium chloride	0.7	0.9	1.0	0.7	0.5	2.9

ที่มา: Rose, 1982

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณกรดอะมิโนโดยเฉลี่ยของสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายตัวเองจากโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง (A, B, C, D และ E)

	Composition (g per 100 g of extract)					
Amino Acids	A	B	C	D (standard extract)	D (low sodium extract)	E
Arginine	2.9	1.5	3.7	2.8	3.4	0.9
Cystine	NR[b]	NR	NR	NR	NR	0.6
Histidine	1.3	0.8	1.4	1.1	1.4	1.6
Isoleucine	2.4	2.2	2.6	2.7	3.5	3.4
Leucine	3.7	3.4	4.0	3.9	5.1	4.6
Lysine	4.2	3.8	4.3	4.0	5.2	5.0
Methionine	0.8	0.7	0.9	0.8	1.1	1.1
Phenylalanine	2.1	1.9	2.4	2.2	2.8	2.7
Threonine	2.4	2.2	2.6	2.5	3.2	2.5
Trytophan	0.5	0.4	0.5	0.6	0.7	1.1
Tyrosine	1.8	1.5	2.0	1.3	0.9	1.8
Valine	2.8	2.6	3.2	3.2	4.0	3.8
Alanine	3.5	3.3	4.1	4.1	5.2	5.8
Aspartic acid	5.5	4.7	5.9	5.2	6.8	7.1
Glutamic acid	7.0	5.6	8.0	9.9	11.6	9.1
Glycine	2.7	2.3	2.8	2.3	3.0	3.3
Proline	2.4	2.4	2.8	2.1	2.5	2.5
Serine	2.6	2.3	2.8	2.6	3.4	3.0
Total amino acids	49.5	42.5	55.0	52.3	64.8	61.0
Free amino acids (percentage of total)	53.4	44.9	46.7	62.5	77.6	NR

ที่มา: Rose, 1982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ปริมาณวิตามินที่พบในสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายตัวเอง

Vitamin	Range of content (μg per g of extract)
Thiamin	10–50
Riboflavin	15–75
Nicotinainide	125–550
Calcium pantothenate	30–120
Pyridoxine	1–25
Biotin	0.05–2

ที่มา: Rose, 1982

2. การผลิตสารสกัดจากยีสต์

2.1 คุณลักษณะของยีสต์ที่ใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์

ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์สามารถใช้ยีสต์ขนมปัง (baker's yeast) หรือยีสต์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเบียร์ (brewer's yeast) แต่จะนิยมใช้ยีสต์ขนมปังมากกว่าถึงแม้ว่าต้นทุนในการผลิตจะสูงแต่ยีสต์ขนมปังจะมีคุณประโยชน์ทางด้านโปรตีนอยู่สูงกว่า และมีกรรมวิธีในการผลิตที่ไม่ยุ่งยากเท่ายีสต์ที่เหลือจากการใช้ในอุตสาหกรรมเบียร์ สายพันธุ์ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ ได้แก่ *Candida utilis, Kluyveromyces marxianus* หรือ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นต้น ซึ่งสายพันธุ์ยีสต์ที่นิยมมากที่สุด คือ สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* เพราะยีสต์สายพันธุ์นี้ให้กลิ่นรสเฉพาะตัวที่ดีกว่าเมื่อใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอุตสาหกรรมอาหาร (Reed และ Nagodawithana, 1991) โครงสร้างและองค์ประกอบของยีสต์โดยทั่ว ๆ ไปมีดังนี้

1. แคปซูล (Capsule) เป็นสารเมือก เหนียว ที่ขับออกสู่ภายนอกเซลล์ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ซึ่งมีทั้งเฮเทอโรโพลีแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) แมนโนส (mannose) และสารที่คล้ายแป้ง (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

2. ผนังเซลล์ (Cell wall) ผนังเซลล์ของยีสต์จะบางในเชื้อที่มีอายุน้อย และจะหนาขึ้นตามอายุ องค์ประกอบส่วนใหญ่ของผนังเซลล์ของ *S. cerevisiae* มีโพลีแซ็กคาไรด์ 2 ชนิด คือ กลูแคน (glucan) 30 – 34 % และแมนแนน (mannan) 30 % ผนังเซลล์ของ *S. cerevisiae* ยังประกอบด้วยโปรตีน 6 – 8 % โปรตีนบางชนิดทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ เนื่องจากเคยพบอินเวอร์เทส (invertase) และไฮโดรเลส (hydrolase) อื่นๆ ที่ผนังเซลล์ด้วย ไขมันมีอยู่ 8.5 – 13.5 % ปริมาณไคติน (chitin) 1.0 – 2.0 % (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) เยื่อหุ้มเซลล์มีความหนาประมาณ 8 ไมโครเมตร ประกอบด้วยชั้นสามชั้น ที่ทึบต่อแสงอิเล็กตรอนสองชั้น คือ ชั้นนอกและชั้นในสุด เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมัน (รวมทั้งฟอสโฟลิพิด) โปรตีน และโพลีแซ็กคาไรด์ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

4. องค์ประกอบในโพรโทพลาสซึม (Protoplasm) เซลล์ยีสต์ประกอบด้วยไซโทพลาสซึมซึ่งเป็นสารกึ่งเหลว ภายในมีเอนไซม์หลายชนิด ไรโบโซมที่มีอาร์เอ็นเอ (RNA) มาก รวมถึงออร์แกเนลล์ (organelle) ที่มีเยื่อหุ้ม ได้แก่ เอนโดพลาสมิก เรติคิวลัม (endoplasmic reticulum) ซึ่งเชื่อมต่อกับ เยื่อหุ้มนิวเคลียสชั้นนอก และอาจติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

5. นิวเคลียส (Nucleus) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบ เยื่อหุ้มนิวเคลียสมีคุณสมบัติยอมให้สารบางอย่างผ่านได้เท่านั้น (semipermeable membrane) นิวเคลียสมีหน้าที่เกี่ยวกับเมแทบอลิซึม และการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

6. ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม มีลักษณะคล้ายเส้นด้ายพันกันอยู่ ไมโทคอนเดรียมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 – 1 ไมโครเมตร และความยาวถึง 3 ไมโครเมตร มีเยื่อหุ้มสองชั้น ชั้นในจะพับเว้าเข้าข้างในเป็นคริสตี (cristae) ไมโทคอนเดรียประกอบด้วยลิโพโปรตีน (lipoprotein) จำนวนมาก มี RNA และดีเอ็นเอ (DNA) เล็กน้อย DNA นี้จะแตกต่างจาก DNA ของนิวเคลียส เนื่องจากไมโทคอนเดรียมีเอนไซม์เกี่ยวกับการหายใจ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

7. แวคิวโอล (Vacuole) ภายในเซลล์ยีสต์จะมีแวคิวโอลอยู่หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งแวคิวโอล ซึ่งมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาเมื่อย้อมสี ในเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโตภายในแวคิวโอลจะไม่มีโครงสร้างที่เป็นชิ้นส่วน แต่เมื่อเซลล์เข้าสู่ระยะ “sattionary phase” แวคิวโอลจะมีสารแกรนูลเพิ่มขึ้น อาจเป็นเมตาฟอสเฟต (metaphosphate) โพลีฟอสเฟต (polyphosphate) หรือลิพิด (lipid) สารที่อยู่ในแวคิวโอลที่เคยแยกได้ ได้แก่ เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการไฮโดรไลซ์ปฏิกิริยาต่าง ๆ เช่น โปรติเอส (protease) ไรโบนิวคลีเอส (ribonuclease) และเอสเทอเรส (esterase) (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

8. อินคลูชันต่างๆ (Inclusion) เซลล์ยีสต์ที่แก่จะมีผนังเซลล์หนาขึ้นและความสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เช่น ความร้อน ความแห้งแล้ง และสารเคมี ยีสต์บางชนิดสะสมสารต่างๆไว้จำนวนมาก เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต หรือโปรตีน นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุ เช่น ไซโตโครม (cytocrome) เฟลวิน (flavin) ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และอื่น ๆ ที่พบในพืชชั้นสูงก็พบในยีสต์ด้วย (นงลักษณ์ และปรีชา, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์

หลักการโดยทั่วไปของการผลิตสารสกัดจากยีสต์ คือ การทำให้ผนังเซลล์ของยีสต์ถูกทำลายหรือแตกออก เพื่อให้สารประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์ยีสต์สามารถละลายออกมาอยู่ในตัวกลางได้

2.2.1 การทำให้เซลล์จุลินทรีย์แตก

วิธีการทำให้เซลล์จุลินทรีย์แตกสามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้ คือ

1. การย่อยสลายตัวเอง (Autolysis)

เป็นวิธีการทำให้เซลล์แตกโดยอาศัยเอนไซม์ภายในเซลล์ เช่น เอนไซม์โปรติเอส (protease) นิวคลีเอส (nucleases) หรือกลูคาเนส (glucanases) เป็นต้น ในสภาวะที่เหมาะสมซึ่งอาจมีการเติมเอนไซม์จากภายนอก เช่น เอนไซม์ปาเปนเพื่อเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลาย (Verduyn, 1996)

2. การทำให้เซลล์แตกโดยอาศัยสารพลาสโมไลส์ (Plasmolysis)

เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการทำให้เซลล์แตกโดยการใช้สารพลาสโมไลส์ (plasmolysing agent) เช่น เกลือ (sodium chloride), คลอโรฟอร์ม (chloroform) และเอทธิลอะซิเตท (ethyl acetate) เป็นต้น (Verduyn, 1996)

3. การย่อยสลายโดยใช้กรด (Hydrolysis)

เป็นวิธีการทำให้เซลล์จุลินทรีย์แตกโดยกรดเข้มข้น เช่น กรดไฮโดรคลอริกร่วมกับความร้อน เป็นต้น (Verduyn, 1996)

4. การแช่แข็งและการละลาย (Freezeing and thawing)

ในปัจจุบันได้มีเครื่องมืออัตโนมัติที่ใช้ในการย่อยสลายเซลล์ด้วยการแช่แข็งและการละลาย จากการศึกษา Dubos (1937) พบว่าการย่อยสลายของ *pneumorcocci* ด้วยวิธีนี้จะใช้หลักการเดียวกับการย่อยสลายตัวเอง โดยเตรียมสารแขวนลอย *Salmonella typhi* 1420 มิลลิลิตร ที่ความหนาแน่น 3.7×10^{11} เซลล์/มิลลิลิตร และนำไปแช่แข็งสลับกับการละลาย 60 รอบ ในช่วงอุณหภูมิ –56 °ซ. ถึง –37 °ซ. แต่ละรอบของการละลายใช้เวลาประมาณ 38 นาที หลังจากแช่แข็งสลับกับการละลาย 41 รอบ การรอดชีวิตลดลงเหลือเพียง 0.0006 % หลังจาก 60 รอบมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเพียง 0.000009 % และเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จะไม่พบเซลล์ของแบคทีเรียชนิดนี้ (Perlman, 1969)

5. การใช้แรงดันออสโมติก (Osmotic disruption)

เซลล์ของ *Azotobacter vinelandii* ถูกทำลายได้ เมื่อแช่ในสารละลายกลีเซอรอล โดยเตรียมสารแขวนลอยของแบคทีเรียชนิดนี้ในกลีเซอรอล 0.5 M เมื่อสารแขวนลอยนี้ถูกเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงด้วยน้ำ น้ำจะแพร่อย่างรวดเร็วเข้าสู่เซลล์ทำให้เกิดแรงดันของน้ำ มีผลทำให้เซลล์แบคทีเรียแตก โดยข้อจำกัดของวิธีนี้คือ สามารถใช้ได้กับจุลินทรีย์ที่อ่อนแอเท่านั้น และการปรับปรุงให้สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากทำได้ยาก (Perlman, 1969)

6. การใช้ความร้อน (Heat treatment rupture)

การให้ความร้อนกับแบคทีเรีย *E. coli* พบว่าที่อุณหภูมิ 50 °ซ. จะทำให้โพรโตพลาสซึมจับตัวกันเป็นก้อนเล็กๆ และผนังเซลล์ถูกทำลาย อุณหภูมิที่ใช้ทำในการทำให้เซลล์แตกจะทำให้เกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนของโปรโตพลาสซึม ดังนั้นในวิธีการให้ความร้อนโดยทั่วไปจะมีวิธีในการทำให้โพรโตพลาสซึมสามารถละลายได้ตามมาด้วย เช่น การใส่เอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน (Perlman, 1969)

7. การใช้วิธีทางกล (Mechanical) สามารถแบ่งได้ ดังนี้

- วิธีการบด (Grind)

วิธีการบดนั้นอาศัยอนุภาคที่มีความหยาบเป็นตัวบดเพื่อช่วยในการทำให้ผนังเซลล์ของยีสต์ฉีกขาด เช่น แก้ว ทราย ควอท์ต และอะลูมิเนียม เป็นต้น วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพต่ำ ไม่เหมาะกับวัตถุดิบที่มีราคาแพง (ชื่นจิตต์, 2528)

- วิธีการกวนด้วยอนุภาคหยาบ (Agitation)

วิธีนี้ใช้ลูกแก้วขนาดเล็ก (small alkali free glass bead) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 – 0.5 มิลลิเมตร ใส่ลงในสารแขวนลอยที่มีเซลล์จุลินทรีย์ผสมอยู่ประมาณ 10-100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แล้วกวนด้วยความเร็ว 50-1000 รอบต่อวินาที จากนั้นค่อยแยกลูกแก้วออกโดยการกรอง ลูกแก้วสามารถนำกลับไปใช้อีก แต่ประสิทธิภาพของวิธีนี้จะดีสู้วิธีการทำให้เซลล์แตกโดยใช้คลื่นเสียงไม่ได้ (ชื่นจิตต์, 2528)

- วิธีการทำให้เซลล์แตกโดยใช้คลื่นเสียง (Sonic vibration)

วิธีนี้จะใช้ โพรงอากาศ (gascious cavitation) เป็นส่วนที่สำคัญในการทำให้เซลล์แตก ฟองอากาศที่เกิดขึ้นนี้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ โดยต่อมาจะเกิดการแตกอย่างรวดเร็วกลายเป็นฟองอากาศเล็ก ๆ ภายใต้สภาวะที่มีความดันแตกต่างกันซึ่งเกิดขึ้นในสนามเสียง (sound field) นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นอีกที่มีส่วนช่วยทำให้เกิดการแตกของเซลล์ คือ

1) แรงเฉือน (shearing forces) เนื่องจากการไหลของของเหลวภายในเซลล์

2) ความดันจากการแตกสลายของฟองอากาศใกล้ๆผนังเซลล์

3) ความดันจากคลื่นเสียงโดยตรง

4) สาเหตุทางเคมี เนื่องจากอนุภาคอิสระ (free radical) ที่เกิดขึ้นในน้ำโดยเฉพาะ H และ OH ซึ่งจะเข้าทำลายผนังเซลล์ ทำให้เซลล์ง่ายต่อการแตกสลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) สาเหตุทางเคมี และทางกลรวมกันในการทำให้เซลล์แตก (Neppiras, 1964)

- วิธีการทำให้เซลล์แตกโดยใช้ความดัน (Pressure)

การเปลี่ยนแปลงแรงดันที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อการแตกของเซลล์ ตัวอย่างของแรงดัน เช่น แรงดันออสโมติก แรงดันของก๊าซ การสั่นสะเทือนของคลื่นเสียง การกวน และการบด เป็นต้น เมื่อใช้แรงดันในช่วง 1000 – 3500 กก./ตร.ซม. ในสารแขวนลอยของแบคทีเรียที่เข้มข้น 5 – 50 มก./มล. จะมีการสลายของเซลล์ประมาณ 90 % การใช้แรงดันต่ำจะประสบความสำเร็จในแบคทีเรีย *Serratia* และ *Salmonella* ในขณะที่สปอร์ของแบคทีเรียพวก *Bordetella*, *Streptococcus* และ *Bacillus* จะต้องใช้ความดันที่สูงกว่า ได้มีการทดลองว่าเมื่อให้แรงดัน 2400 กก. /ตร.ซม. กับยีสต์ขนมปังที่อุณหภูมิ –8 °ซ. เมื่อนำมาละลายเป็นของเหลวอีกครั้ง พบว่ามีเพียง 10 – 15 % ของเซลล์ที่ถูกทำลายเมื่อนำสารแขวนลอยไปหมุนเหวี่ยงนาน 5 นาที ของเหลวใสที่แยกได้จะมีอนุภาคเล็ก ๆ ขนาดต่ำกว่าไมครอนละลายอยู่ โดยที่เมื่อใช้แรงดันสูง ๆ สารละลายที่เตรียมไว้จะมีความข้นหนืดมากขึ้น ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากเซลล์ที่ถูกทำลายเพียงบางส่วนอาจจะปล่อยสารต่าง ๆ ในโพรโตพลาสซึมออกมา ทำให้มีความหนืดเกิดขึ้น (Perlman, 1969)

2.2.2 การผลิตสารสกัดจากยีสต์

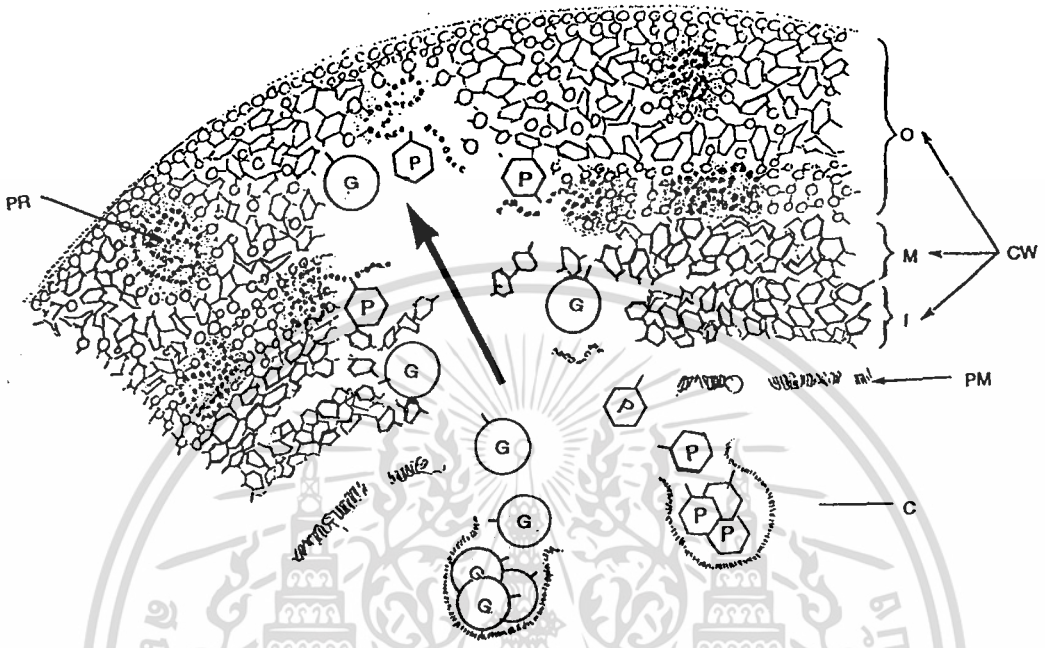
วิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์ที่นิยมมีอยู่ 3 วิธี ดังนี้

1. การย่อยสลายตัวเอง (Autolysis)

เป็นวิธีการที่ซับซ้อน และยุ่งยาก ซึ่งต้องมีการควบคุม อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง เวลา และความเข้มข้นในสภาวะที่เหมาะสม ภายใต้สภาวะดังกล่าวเซลล์ยีสต์จะเริ่มตาย เกิดการสลายตัวของเซลล์อย่างช้า ๆ พร้อมทั้งปล่อยเอนไซม์ภายในแวคิวโอล (vacuole) ออกมาทำหน้าที่ในการย่อยสลายโปรตีน และเปปไทด์อย่างไม่เจาะจงในไซโตพลาสซึม ในขณะเดียวกันเอนไซม์นิวคลีเอสภายในเซลล์จะย่อยอาร์เอ็นเอ (RNA) และ ดีเอ็นเอ (DNA) ให้เป็นโพลีนิวคลีโอไทด์ (polynucleotides), โมโนนิวคลีโอไทด์ (mononucleotide) และนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ให้เป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ละลายน้ำออกมาสู่ภายนอกเซลล์ เอนไซม์ที่สำคัญในการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ ได้แก่ โปรติเอส (protease), กลูโคเนส (gluconase), นิวคลีเอส (nuclease) หรือ ฟอสโฟไดเอสเทอร์เรส (phosphodiesterase) โดยจะเริ่มต้นจากการทำงานของเอนไซม์ β (1-3) gluconase และ protease ซึ่งอยู่ภายในเซลล์ ส่วน β (1-6) gluconase และ mannanes จะมีบทบาทในการย่อยผนังเซลล์ต่อไป ดังภาพที่ 1 วิธีการย่อยสลายตัวเองสามารถเร่งให้เกิดเร็วขึ้นโดยอาจเติมเอนไซม์ปาเปน ซึ่งสามารถเพิ่มผลิตผลของสารสกัดจากยีสต์ได้ดี แต่ใช้ระยะเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากวิธีนี้มีปริมาณของโซเดียมต่ำ สามารถนำมาใช้ในอาหารเด็ก หรือคนไข้พักฟื้นได้ (Reed และ Nagodawithana, 1991)

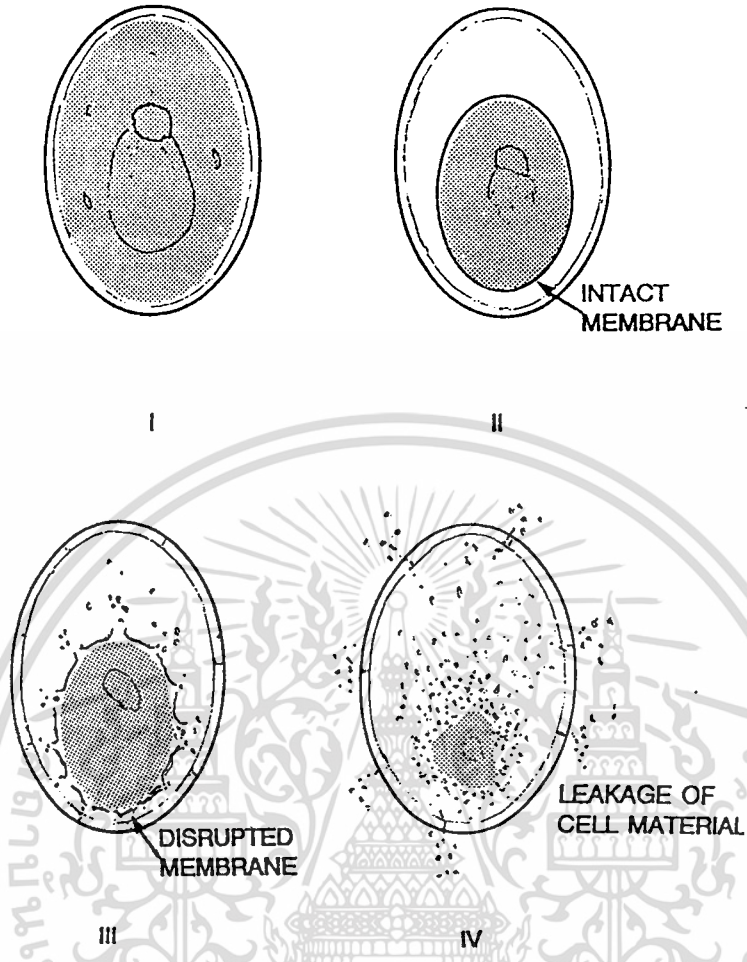


ภาพที่ 1 แผนภาพการย่อยสลายเซลล์ยีสต์โดยวิธีการย่อยสลายตัวเอง (autolysis)
ที่มา: Reed และ Nagodawithana, 1991

2. การทำให้เซลล์แตกโดยอาศัยสารพลาสโมไลส์ (Plasmolysis)

เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ใช้สารพลาสโมไลส์ (plasmolysing agent) ซึ่งส่วนมากจะเป็นสารละลายอนินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว เช่น คลอโรฟอร์ม (chloroform), เอทธิลอะซิเตท (ethyl acetate) หรือ เอมิลอะซิเตท (amyl acetate) หรืออาจใช้สารละลายอินทรีย์จำพวกน้ำตาล และอะซิเตทเอสเทอร์ (acetate esters) ที่นิยมใช้ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์คือ เกลือ (sodium chloride) เมื่อยีสต์อยู่ในตัวกลางที่มีความเข้มข้นมากกว่าปกติจะเกิดการสูญเสียน้ำจากภายในเซลล์ เพื่อรักษาสมดุลของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ไว้ทำให้พลาสมาเมมเบรน (plasma membrane) แยกตัวออกจากผนังเซลล์เกิดปฏิกิริยาพลาสโมไลซิสขึ้น ดังภาพที่ 2 วิธีการนี้มีค่าใช้จ่ายต่ำ และ สารพลาสโมไลส์ยังมีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ได้ แต่มีข้อเสียตรงที่สารสกัดจากยีสต์ที่ได้มีรสเค็มของเกลือ จึงเป็นข้อจำกัดในการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Verduyn, 1996 ; Reed และ Nagodawithana, 1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 การทำให้เซลล์เตกโดยวิธีพลาสโมไลซีส (plasmolysis)

ที่มา: Reed และ Nagodawithana, 1991

3. การย่อยสลายโดยใช้กรด (Hydrolysis)

เป็นกระบวนการที่ใช้กรดเข้มข้น เช่น กรดไฮโดรคลอริก ร่วมกับความร้อนในการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ภายในเซลล์ยีสต์ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิค ให้อยู่ในรูปสารโมเลกุลเล็กที่สามารถละลายน้ำได้ วิธีการนี้สามารถผลิตโปรตีนปริมาณมากได้ ทั้งกับยีสต์ที่ไม่มีชีวิต หรือยีสต์แห้งในเวลาสั้น (6-8 ชั่วโมง) โดยใช้อุณหภูมิสูง หรืออาจใช้ความดันเข้ามาเกี่ยวข้องในสภาพที่เป็นกรด แต่วิธีการนี้ไม่ค่อยนิยมใช้ เพราะสารสกัดจากยีสต์ที่ได้มีกลิ่นรสที่มีคุณภาพต่ำ และความเป็นกรดในกระบวนการสามารถทำลายวิตามิน และอาจนำไปสู่การสูญเสียกรดอะมิโน นอกจากนี้ยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการหาเครื่องมือที่ไม่ทำปฏิกิริยา และทนการกัดกร่อนของกรดได้ (Verduyn, 1996 ; Reed และ Nagodawithana, 1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิวัฒนาการการผลิตสารสกัดจากยีสต์

ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์นั้นได้มีการศึกษา และพัฒนากระบวนการที่ใช้ในการผลิตให้เหมาะสมเพื่อให้ได้สารสกัดจากยีสต์ที่มีกลิ่นรสตามต้องการ เพิ่มปริมาณผลผลิตให้สูงที่สุด และระยะเวลาในการผลิตที่สั้นลงไว้มากมาย ดังต่อไปนี้

บริษัท ABLE & IMRAY (1948) ได้จดลิขสิทธิ์กระบวนการผลิตสารสกัดจากยีสต์ และผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากยีสต์ โดยนำยีสต์ยีสต์ขนมปังมาทำให้เกิดการย่อยตัวเองโดยผสมเกลือแกงร้อยละ 2 – 4 ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 57 – 67 °ซ. เป็นเวลาอย่างน้อย 40 ชั่วโมง นำของผสมที่ได้มาแยกผนังเซลล์ของยีสต์โดยการเหวี่ยง หรือการกรอง นำของเหลวใสที่ได้มาระเหยจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ ซึ่งจะพบว่ากระบวนการนี้จะไม่ทำลายเอนไซม์ ไวตามิน และกรดอะมิโน ช่วยให้เอนไซม์สามารถย่อยสลายโปรตีนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสดี ไม่มีกลิ่นใหม่ หรือรสชาติไม่ดีเจือปน (จตุพร, 2531)

Robbins และคณะ (1975) ได้ทดลองผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยใช้วิธีการสกัดด้วยด่างร่วมกับการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังนี้ เมื่อนำยีสต์ที่ผ่านการทำให้เซลล์แตกโดยการโฮโมจีไนซ์ มาปรับความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วง 8 – 11 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 0 – 60 °ซ. เป็นเวลา 5 – 60 นาที เหวี่ยงแยกหรือกรองเพื่อเอาส่วนของผนังเซลล์ออก ปรับความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วง 5 – 8 อุณหภูมิ 40 – 60 °ซ. เพื่อกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์นิวคลีเอส ทิ้งไว้ 15 – 20 นาที เหวี่ยงแยกส่วนที่ไม่ละลายออก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็น natural – flavored yeast extract ซึ่งมีองค์ประกอบโดยน้ำหนักแห้ง ดังนี้ โปรตีน (crude protein) 40 – 45 % กรดนิวคลีอิค 7 – 14 % ไขมัน 0.5 – 1.5 % คาร์โบไฮเดรต 10 – 35 % และเถ้า 17 – 25 % นอกจากนี้ยังพบว่ามีกรดกลูตามิกถึง 27 – 40 % ของปริมาณโปรตีน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาให้ความร้อน 90 – 95 °ซ. ความเป็นกรดด่างประมาณ 5 และกวนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วทำให้เข้มข้นขึ้นจนมีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 60 % พบว่า จะให้กลิ่นเนื้ออบ (roast meat flavor) (จตุพร, 2531; ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Cardini และ Zotti (1976) ทดลองทำ thermal shock ยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 5 – 15 % ด้วยการใช้เครื่องทำแห้งชนิดฉีดพ่น ซึ่งมีอากาศหรือก๊าซเฉื่อยเป็นตัวกลางนำความร้อน (อุณหภูมิของอากาศหรือก๊าซเฉื่อยที่เข้าทำแห้งเท่ากับ 200 – 250 °ซ.) ระยะเวลาที่ยีสต์สัมผัสกับตัวกลาง 5 – 20 นาที ได้ผงยีสต์แห้งอุณหภูมิ 30 – 90 °ซ. ความชื้น 5 – 8 % เมื่อนำมาย่อยสลายจะได้สารสกัดจากยีสต์ปริมาณมากกว่า และมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่า เนื่องจากในระหว่างการทำให้แห้ง น้ำภายในเซลล์จะถูกดึงออกไป ทำให้ผนังเซลล์เกิดการเสียหาย เซลล์จึงมีความไวต่อการย่อยสลายมากขึ้น (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Johnson และ Johnson (1976) ได้ทำการทดลองเติมแอลกอฮอล์ 1 – 9 % (v/v) และเกลือแกง 2 – 10 % (w/v) ลงในยีสต์ขนมปัง (compressed baker's yeast) ในการผลิตสารสกัดจากยีสต์จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพ กลิ่นรสดี และมีกลิ่นรสใกล้เคียงกับกลิ่นรสของสารสกัดจากเนื้อมาก (จตุพร, 2531)

Sugimoto และคณะ (1976) พัฒนาการกระบวนการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสดี ได้ผลผลิตสูงและใช้เวลาสั้น ด้วยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 – 10 % (w/v) และเอทธานอล 1 – 9 % (v/v) โดยอาจเติมเติมลงไปพร้อมกัน หรือเติมตัวใดตัวหนึ่งก่อนให้เกิดการพลาสโมไลส์ แล้วจึงปรับอุณหภูมิเป็น 30 – 70 °ซ. ความเป็นกรดด่าง 3 – 8 เพื่อกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นกวนเบา ๆ เป็นเวลา 4 ชั่วโมงขึ้นไป เมื่อหยุดการย่อยสลาย นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 80 °ซ. จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสของเนื้อ (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Belikov และคณะ (1977) ผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการให้ความร้อนแก่ยีสต์ในสภาวะที่มีการเติมส่วนผสมของเอทธิลอะซิเตท และกรดคาร์บอกซิลิคในอัตราส่วน 0.1 – 1.5 : 0.1 - 1.0 ได้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน (L – form) และเปปไทด์ปริมาณสูง ต่อมา Belikov และคณะ (1979) เสนอวิธีการผลิตสารสกัดจากยีสต์เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร โดยนำยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 20 % มาเติมเอทธานอล 0.6 – 2.75 % แล้วให้ความร้อนที่ 60 °ซ. ได้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอยด้วยกรดอะมิโนและเปปไทด์ในปริมาณสูง (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Knorr และคณะ (1979) ทดลองผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยใช้เอนไซม์จากภายนอกช่วยเร่งการย่อยสลาย โดยละลายยีสต์ในสารละลาย phosphate buffer ที่มีความเป็นกรดด่าง 7.5 (2.5 % w/v) เติมเอนไซม์ไลโซไซม์ (lysozyme) และไซโมเลส (zymolase) ลงไปเพื่อย่อยผนังเซลล์ปล่อยให้เกิดการย่อยสลายที่ความเป็นกรดด่าง 9 ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 80 % ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดภายในเวลา 90 นาที นอกจากนี้ยังได้ทดลองเติมแพนครีเอติน (pancreatin) หรือโพรเนส (pronase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนลงไป หลังจากเติมไลโซไซม์และไซโมเลสแล้วเป็น 30 นาที เพื่อเร่งการย่อยสลายให้สูงขึ้น พบว่าภายในเวลา 60 นาที มีการย่อยสลายโปรตีนในยีสต์เกิดขึ้นมากว่า 80 % ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่าเมื่อไม่มีการเติมเอนไซม์ย่อยโปรตีน (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Chao และคณะ (1980) ทดลองใช้เอนไซม์จากภายนอกช่วยในการผลิตสารสกัดจากยีสต์จาก *Candida utilis* ซึ่งเป็นยีสต์ที่เกิดการย่อยสลายตัวเองยากกว่ายีสต์ชนิดอื่น มาเติมเอนไซม์ต่างๆ และเติมเอทธิลอะซิเตท เพื่อป้องกันการเจริญของแบคทีเรียที่ปนเปื้อน ผสมให้เข้ากันแล้วปล่อยให้เกิดการย่อยสลายที่ 55 °ซ. ความเป็นกรดด่าง 9 นาน 6 ชั่วโมง พบว่าเอนไซม์ในกลุ่ม sulhydryl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

proteases ซึ่งได้แก่ ปาเปน ฟีซิน (ficin) และโบรมิเลน (bomelain) ช่วยเร่งการย่อยสลายมากที่สุด โดยที่เอนไซม์ปาเปนให้ประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนแพนครีเอตินและแอสเพอจิลลัสโพรติเอส (aspergillus protease) ซึ่งเป็นเอนไซม์ผสม ให้ผลในการเร่งการย่อยสลายไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เรนนิน (rennin) เปปซิน (pepsin) และทริปซิน (trypsin) ไม่มีผลต่อการเร่งการย่อยสลาย (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Akin และ Murphy (1981) พบว่าการเติมไทอามีน และไพริดอกซินสามารถเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ได้ ปริมาณที่แนะนำให้ใช้คือ ไทอามีน 0.05 – 0.3 % และไพริดอกซิน 0.05 – 0.2 % (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Brich และคณะ (1981) รายงานถึงการใช้ Alcalase ® ในการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ โดยใช้ยีสต์ที่มีปริมาณของของแข็งทั้งหมดประมาณ 15 – 18 % และเอนไซม์ 0.2 % โดยน้ำหนักของโปรตีน ย่อยสลายที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ความเป็นกรดด่าง 8.0 เป็นเวลา 12 – 24 ชั่วโมง พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตและไนโตรเจนทั้งหมดได้ 10 % สำหรับยีสต์ขนมปัง และ 5.2 – 17.9 % สำหรับยีสต์ที่ได้จากการผลิตเบียร์ (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Hill (1981) ทดลองเติมกรดไขมันและกลีเซอไรด์เพื่อเร่งการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ พบว่าการเติมกรดไขมันและกลีเซอไรด์ให้ผลดีกว่าการเติมโทลูอีน (toluene) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbon tetrachloride) และไตรคลอโรเอทธิลีน (trichloroethylene) และสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลาย คือใช้ยีสต์ที่มีปริมาณของของแข็งทั้งหมด 10 – 20 % เกลือ 0.1 – 1.0 % กรดไขมันและ/หรือ กลีเซอไรด์ 0.3 – 15 % อุณหภูมิ 60 – 90 °ซ. เวลา 1 – 120 นาที ก่อนการย่อยสลาย จะสามารถลดปริมาณกรดไขมันที่ใช้ลงเหลือเพียง 0.03 % สำหรับกรดไขมันที่ให้ผลดี ได้แก่ กรดคาปริค (capric acid) กรดคาปริลิค (caprylic acid) หรือกลีเซอไรด์ของไขมัน หรืออาจใช้กรดไขมันทั้งสองชนิดร่วมกันก็ได้ (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

บริษัท Ajinomoto (1982) พบว่าการใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดแลกติค กรดออกซาลิค กรดมาลิค และกรดซิตริก สามารถช่วยเร่งการออโตไลซิสของยีสต์ได้ (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

Godfery และ Reichelt (1983) รายงานถึงกระบวนการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยอาศัยเอนไซม์ปาเปน และโปรติเอสจากจุลินทรีย์ มีกระบวนการดังนี้ นำยีสต์ที่มีปริมาณของแข็ง 28 % โดยชั่งยีสต์ประมาณ 600 กรัม เกลือ 35 กรัม และปาเปน 0.4 กรัม ให้มีปริมาตรรวม 1 ลิตร ปรับส่วนผสมให้มีความเป็นกรดด่าง 5.0 แล้วค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิ ภายในเวลา 5 – 8 ชั่วโมง ให้ได้ 55 °ซ. และควบคุมไว้ที่อุณหภูมินี้นาน 24 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการพลาสโมไลส์ และการย่อยสลายตัวเองของยีสต์ หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปถึง 70 °ซ. และควบคุมไว้ที่อุณหภูมินี้นาน 15 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการย่อยสลายตัวเองอย่างสมบูรณ์ นำสารละลายที่ได้ไปเหวี่ยงแยกผนังเซลล์ทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำส่วนใสไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 – 75 °ซ. นาน 2 – 5 ชั่วโมง แล้วนำไประเหยให้เข้มข้นภายใต้สูญญากาศได้ปริมาณของแข็งทั้งหมด 30 % กรองและระเหยต่อไปจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

ชื่นจิตต์ (2528) ทดลองผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยบ่มที่อุณหภูมิ 40 – 50 °ซ. นาน 48 ชั่วโมง และใช้ปาเปนที่ระดับ 0.1 % (โดยน้ำหนักโปรตีน) เพื่อเร่งการย่อยสลาย พบว่าสารสกัดจากยีสต์ที่ผลิตได้มีปริมาณไนโตรเจน 10.86 % (โดยน้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณวิตามินบีสอง 11.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

จตุพร (2531) ทดลองผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยวิธีออโตไลเสท มีเอนไซม์โบรมิเลน และปาเปนเร่งการย่อยสลาย พบว่าการใช้เอนไซม์ทั้งสองชนิดที่ระดับ 0.1 % เวลา 12 ชั่วโมงให้ผลดีกว่าไม่ใช้เอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ และเมื่อทดลองใช้ไทอามีน และไพริดอกซิน หรือการใช้ร่วมกันเพื่อเร่งการย่อยสลาย พบว่าการเติมหรือไม่เติมวิตามินดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน

วิวัฒน์ (2535) ทดลองผลิตสารสกัดจากยีสต์จากขบวนการการผลิตเบียร์ พบว่าภาวะที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ อุณหภูมิ 45 °ซ. ความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 5.5 และปริมาณของแข็งเริ่มต้น 15 % (w/v) การใช้โซเดียมคลอไรด์ 1 % และ 5 % (w/v) เป็นสารพลาสโมไลซีส และเมื่อทดลองใช้เอนไซม์ Neutrase ® ช่วยในการสลายพบว่า การใช้เอนไซม์ที่ระดับ 0.1 % (v/v) เหมาะสมที่สุด (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

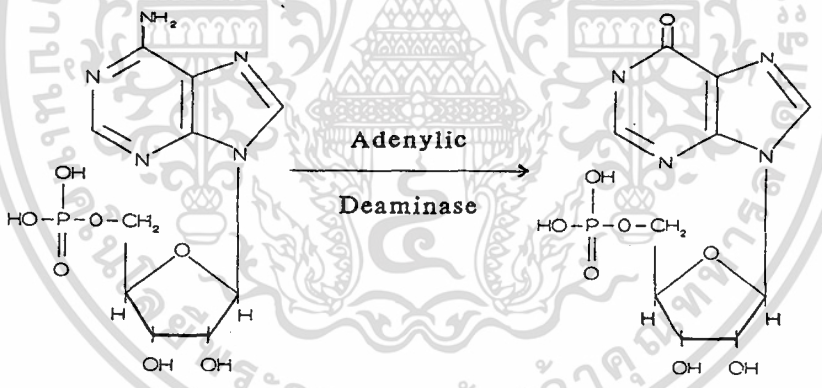
3. การเกิดกลิ่นรสในสารสกัดจากยีสต์

การผลิตสารให้กลิ่นจากยีสต์มีความเกี่ยวข้องกับนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ที่มีองค์ประกอบของเพียวรีน (purine) และน้ำตาลรวมทั้งกลุ่มของฟอสเฟต (phosphate group) ในสูตรโครงสร้างซึ่งสามารถนำมาเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหารได้

ยีสต์เป็นแหล่งที่ของ RNA ที่สำคัญซึ่งจะมีองค์ประกอบของ RNA อยู่ภายในเซลล์ถึง 2.5 – 15 % (Nakao, 1979 อ้างถึงใน Reed and Nagodawithana, 1991) สามารถแยกออกมาจากเซลล์ยีสต์ที่ถูกทำให้แตก หรือสลายตัว และเมื่อทำการย่อยสลาย RNA ด้วย เอนไซม์ 5′ ฟอสโฟไดเอสเทอร์ (5′ phosphodiesterase) จะให้สารประกอบพวกนิวคลีโอไทด์ เช่น AMP (adenosine monophosphate), GMP (guanosine monophosphate), CMP (cytidinosine monophosphate) และ UMP (uridinosine monophosphate) ออกมาในที่สุด สารพวก AMP และ GMP จะนำมาใช้ในอาหาร ส่วน CMP และ UMP นิยมใช้ในวงการแพทย์ (Reed และ Nagodawithana, 1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำสารสกัดจากยีสต์มาให้ความร้อน เพื่อทำให้เข้มข้นและทำแห้งต่อไปนั้น ในระหว่างการให้ความร้อน องค์ประกอบตามธรรมชาติของเซลล์ยีสต์ เช่น ไทอามีน ไขมัน และองค์ประกอบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการย่อยสลายตัวเองเนื่องจากการย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก เช่น กรดอะมิโน กลูโคส ไรโบส-5′-ฟอสเฟต และไรโบส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อน หรือปฏิกิริยาต่าง ๆ ภายใต้อิทธิพลของความร้อน ทำให้เกิดสารประกอบที่ระเหยได้เป็นจำนวนมาก รวมถึงเมื่อมีการเติมเอนไซม์ดีอะมิเนส (deaminase) ลงไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของ 5′-adinosine monophosphate (5′-AMP) ไปเป็น 5′-inosine monophophate (5′-IMP) ดังภาพที่ 3 สารสกัดจากยีสต์จึงมีสมบัติเป็นสารให้กลิ่นรส cheesy, meaty หรือ savoury แก่อาหาร ซึ่งกลิ่นรสที่ได้นี้จะแตกต่างกันออกไปตามภาวะที่ใช้ในการย่อยสลาย ระดับการย่อยสลายโปรตีนและชนิดของยีสต์ที่นำมาใช้ในการผลิต สารสกัดจากยีสต์ที่จัดว่ามีคุณภาพ และกลิ่นรสที่ดีนั้น ได้จากยีสต์ขนมปัง หรือยีสต์ที่ใช้หมักเครื่องดื่ม ส่วน *Candida utilis* ซึ่งจัดเป็นยีสต์ที่ใช้ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (single cell protein) นั้น สามารถนำมาผลิตสารสกัดได้แต่ไม่นิยมเพราะผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นรสที่ด้อยกว่า (Reed และ Nagodawithana, 1991)



ภาพที่ 3 การเกิดกลิ่นรสโดยการเปลี่ยนรูปของ 5′ – AMP เป็น 5′ – IMP

ที่มา: Reed และ Nagodawithana, 1991

ประเภทของสารให้กลิ่นรสที่พบในสารสกัดจากยีสต์อาจสรุปได้ดังนี้ (ภูวดล และสมศักดิ์, 2536)

- สารอนินทรีย์ที่ให้รสชาติ ได้แก่ โซเดียม โปตัสเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ฟอสเฟต และซัลเฟต
- สารอินทรีย์ที่ให้รสชาติ ได้แก่ กรดอะมิโน นิวคลีโอไทด์ และเปปไทด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96528

- สารอินทรีย์ที่ให้กลิ่น ได้แก่ liphatic acids, aromatic acids, ester, carbonyl compound, heterocyclic compound (N, O, S), phenolics, pyrazine และhydroxyl compound

4. การประยุกต์ใช้สารสกัดจากยีสต์ในอาหาร

การประยุกต์ใช้สารสกัดจากยีสต์กว้างขวางมาก จุดมุ่งหมายโดยส่วนใหญ่เพื่อเพิ่มกลิ่นรสในอาหารมากกว่าการเป็นแหล่งอาหารเสริม พบว่าสารสกัดจากยีสต์นำมาใช้เพิ่มกลิ่นรสในอาหารจำพวกซุป ซอส น้ำเกรวี่ ชีส เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ส่วนผสมของเครื่องปรุงรส อาหารประเภทขบเคี้ยว (Labell, 1992) อุตสาหกรรมการผลิตผักและปลา บางครั้งยังมีการใช้สารสกัดจากยีสต์ในน้ำผลไม้และของหวานที่พร้อมรับประทานแต่จะใช้ในปริมาณที่ต่ำ (Verduyn, 1996) มีรายงานว่ามีการใช้สารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากยีสต์ที่เหลือจากอุตสาหกรรมเบียร์ในบิสกิตและซอสเพื่อเพิ่มรสเนยแข็งให้มากขึ้น หรือใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์จำพวกธัญญพืช เช่น ครัวซองค์ (croissant) หรือในขนมปังกรอบ (cracker) โดยจะผสมในช่วงของการนวด หรือโรยบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ สารสกัดจากยีสต์จะคงตัวในกระบวนการผลิตภัณฑ์ สามารถอบด้วยเตาอบ ใช้ไมโครเวฟหรือแช่แข็งได้ (Labell, 1992) ปริมาณการใช้สารสกัดจากยีสต์เพื่อการบริโภคขึ้นอยู่กับชนิดของสารสกัดจากยีสต์และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการใช้ โดยทั่วไปจะใช้อยู่ในช่วง 0.5-2 % (Verduyn, 1996)

สารสกัดจากยีสต์ เมื่อนำไปละลายในน้ำร้อน จะให้กลิ่นรสของเนื้อสัตว์ เมื่อรับประทานสารสกัดจากยีสต์ พบว่า กลิ่นรสของเนื้อสัตว์จะคงอยู่ได้นานและไม่มีกลิ่นรสอื่นปน (Labell, 1992)

สารสกัดจากยีสต์มีหน้าที่หลายประการในอาหาร (Verduyn, 1996)

1 ให้กลิ่นรสในอาหาร

2. กลบกลิ่นรสอื่นที่ไม่ต้องการ

3. ใช้แทนส่วนผสมที่มีราคาแพง เช่น สารสกัดจากเนื้อสัตว์

4. ปรับปรุงสีของอาหารให้เข้มขึ้น

5. ลดการใช้ผงชูรสและเกลือ

สารสกัดจากยีสต์ในทางการค้ามีหลายชนิด (Labell, 1992) เช่น

- ชนิดที่มีกลิ่นรสอ่อน (light) สำหรับอาหารที่มีสีอ่อน และรสนุ่ม เช่น ซุปไก่
- ชนิดที่มีกลิ่นรสเข้ม (dark) สำหรับอาหารประเภทน้ำเกรวี่เนื้อ (beef gravy)
- ชนิดที่มีความเข้มข้นของเกลือต่ำ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับอาหารได้หลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปีเปตขนาด 10 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ฟลาสก์ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
4. Volumatric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร
5. หลอดหมุนเหวี่ยง
6. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (AJ100 : METTLER)
7. หม้อนึ่งความดันไอ (SS – 245 : TOMY)
8. เครื่องหมุนเหวี่ยง(n.41-0157 : KONTRON INSTRUMENTS)
9. ชุดกลั่นโปรตีน (B-316 : BUCHI)
10. ชุดย่อยโปรตีน (426 : BUCHI)
11. Rotary evaporator (IKA – DEST : JANKET&KUNKEL)

วัตถุดิบ

1. ยีสต์สดที่ใช้ในการทดลอง เป็นสายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* จากบริษัทไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด: นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง กรรมวิธีการผลิตยีสต์สดแสดงในภาคผนวก ก. สภาวะที่ใช้เก็บรักษายีสต์คือในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 °ซ.
2. ลูกชิ้นเนื้อ ประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้
   2.1 เนื้อวัว (ไม่มีพังผืด)
   2.2 emulsion fat
   2.3 baking soda
   2.4 เกลือ พริกไทย
   2.5 แอคคอร์ด
   2.6 น้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรตีนเกษตร ประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

3.1 แป้งสาลีแข็ง (hard wheat)

3.2 เกลือ

สารเคมี

1. กรดบอริก (H_3BO_3) 4%(w/v)
2. กรดอะซิติก (CH_3COOH) 3 N
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 N
4. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 N
5. โปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
6. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)
7. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
8. Mix indicator (0.1% Bromocresol green ใน 95% แอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.1% Methyl red ใน 95% แอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตร)

ขั้นตอนการทดลอง

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด
2. ศึกษาเวลาและความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ที่เหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ด้วยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในแง่ กลิ่นรส สี รสชาติ และความชอบโดยรวม

วิธีการทดลอง

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด โดยหาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต ในตัวอย่างยีสต์สดที่ได้มาจากบริษัทไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด ตามวิธีการต่างๆ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ใช้วิธี kjeldahl (ภาคผนวก ข.)

1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน ใช้ soxhlet (ภาคผนวก ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15754

1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย) (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995 ; ภาคผนวก ข.)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารสกัดจากยีสต์ด้วยวิธีการใช้หม้อนึ่งความดันไอ

ศึกษาเวลาและความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ที่เหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ด้วยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial design) ขนาด 3×4 มี 2 ตัวแปร คือ เวลาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 นาที และความเป็นกรดด่าง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ที่ความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9 ตามลำดับ วิธีการทดลองมีดังนี้

2.1 เตรียมสารแขวนลอยยีสต์ในน้ำกลั่นเข้มข้น 50% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2 ปรับความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ให้ได้เท่ากับ 5, 7 และ 9 ตามลำดับ

2.3 นำสารแขวนลอยยีสต์ที่ปรับความเป็นกรดด่างใส่ในหม้อนึ่งความดันไอ ปรับอุณหภูมิที่ 121 °ซ. ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที ตามลำดับ

2.4 นำสารแขวนลอยยีสต์ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยหม้อนึ่งความดันไอ เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 13,000 รอบ/นาที (rpm.) เป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกกากยีสต์ออกไป

2.5 นำของเหลวใสที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี kjeldahl และวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) (ภาคผนวก ข.)

2.6 ทำการคัดเลือกเวลาและความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมของสารแขวนลอยยีสต์ที่ให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด

3. การผลิตสารสกัดจากยีสต์ในปริมาณมาก โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในข้อ 2

3.1 เตรียมสารแขวนลอยยีสต์ตามในน้ำกลั่นเข้มข้น 50% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ปรับความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ที่ได้จากการทดลองในข้อ 2

3.2 นำสารแขวนลอยยีสต์ที่ปรับความเป็นกรดด่างใส่ในหม้อนึ่งความดันไอ ตามเวลาที่ได้คัดเลือกจากข้อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

3.3 นำสารแขวนลอยของยีสต์ที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วนำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 13,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกกากยีสต์ออกไป

3.4 ของเหลวใสที่ได้ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่อง rotary evaporator จนได้ปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

3.5 ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์เข้มข้นโดยหาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย)

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดจากยีสต์โดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

4.1 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อลูกชิ้นเนื้อที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในปริมาณ 1.5, 3.0 และ 6.0 % (w/w) ด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test)

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD มีตัวแปร คือ การเติมสารสกัดจากยีสต์ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือลูกชิ้นเนื้อที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ และลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากข้อ 3. ในปริมาณ 1.5, 3.0 และ 6.0 % (w/w) ตามลำดับ โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ (control) และผสมสารสกัดจากยีสต์ตามปริมาณที่กำหนด (ภาคผนวก ค.) มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในแง่ กลิ่นรส สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของลูกชิ้นเนื้อทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) ที่ระดับคะแนน 1-5 (ภาคผนวก ง.) โดยใช้ผู้ชิมเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คน

4.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโปรตีนเกษตรที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ และโปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับความเข้มข้น 6.0 % (w/w) โดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (pair comparison test)

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD มีตัวแปร คือ การเติมสารสกัดจากยีสต์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือโปรตีนเกษตรที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ โปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากข้อ 3. ในปริมาณ 6.0 % (w/w) โดยเตรียมโปรตีนเกษตรที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ และผสมสารสกัดจากยีสต์ตามปริมาณที่กำหนด (ภาคผนวก ค.) มาทดสอบในด้านกลิ่นรสด้วยวิธีเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (pair comparision test) (ภาคผนวก ง.) โดยใช้ผู้ชิมเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 22 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด

จากการทดลองพบว่า องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* จากบริษัทไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด ดังภาพที่ 4 มีปริมาณโปรตีน 17.30 % ไขมัน 1.98 % เถ้า 2.37 % ความชื้น 69.53 % และคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย) 8.82 % ดังตารางที่ 5 และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Cornel ใน ค.ศ. 1997 ซึ่งยีสต์สดมีปริมาณโปรตีน 47.30 % ไขมัน 1.83 % เถ้า 2.55 % และความชื้น 71.33 % พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สดที่ได้จากการทดลองมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า แต่ปริมาณไขมัน เถ้า ความชื้นมีค่าใกล้เคียงกัน

ภาพที่ 4 ยีสต์สดจากบริษัทไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด

องค์ประกอบทางเคมี ของยีสต์สด	เปอร์เซ็นต์ (%w/w)
โปรตีน	17.30 ± 0.18
ไขมัน	1.98 ± 0.33
เถ้า	2.37 ± 0.73
ความชื้น	69.53 ± 0.12
คาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย)	8.82 ± 0.65

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารสกัดจากยีสต์ด้วยวิธีการใช้หม้อนึ่งความดันไอ

จากการศึกษาเวลา และความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตสารสกัดจากยีสต์ด้วยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ พบว่า สารแขวนลอยยีสต์ที่มีความเข้มข้น 50 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เมื่อปรับให้มีความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้น สารละลายใสที่ได้หลังการหมุนเหวี่ยงมีสีเหลืองเข้มขึ้นตามระยะเวลาการให้ความร้อนและความดัน ดังภาพที่ 6, 7, 8 และ 9 ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังตารางที่ 6 และพบว่าระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความดันในหม้อนึ่งความดันไอที่เวลา 10 นาที สารละลายใสที่ได้หลังการหมุนเหวี่ยงมีสีเหลืองเข้มที่สุด ปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือที่เวลา 15, 20 และ 5 นาทีตามลำดับ ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากระยะเวลาที่ให้ความร้อนอาจมีผลทำให้โปรตีนภายในเซลล์ยีสต์ตกตะกอนไม่สามารถละลายออกมาได้ (Perlman, 1969) และจากการทดลองพบว่าสารละลายใสที่ได้หลังจากการหมุนเหวี่ยงมีปริมาณโปรตีน ปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงที่สุด ที่ระดับความเป็นกรดด่างเท่ากับ 9 และระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความดันนาน 10 นาที โดยมีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 3.85 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 3.53 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากความเป็นกรดด่างและเวลาอื่น ๆ ที่ทำการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

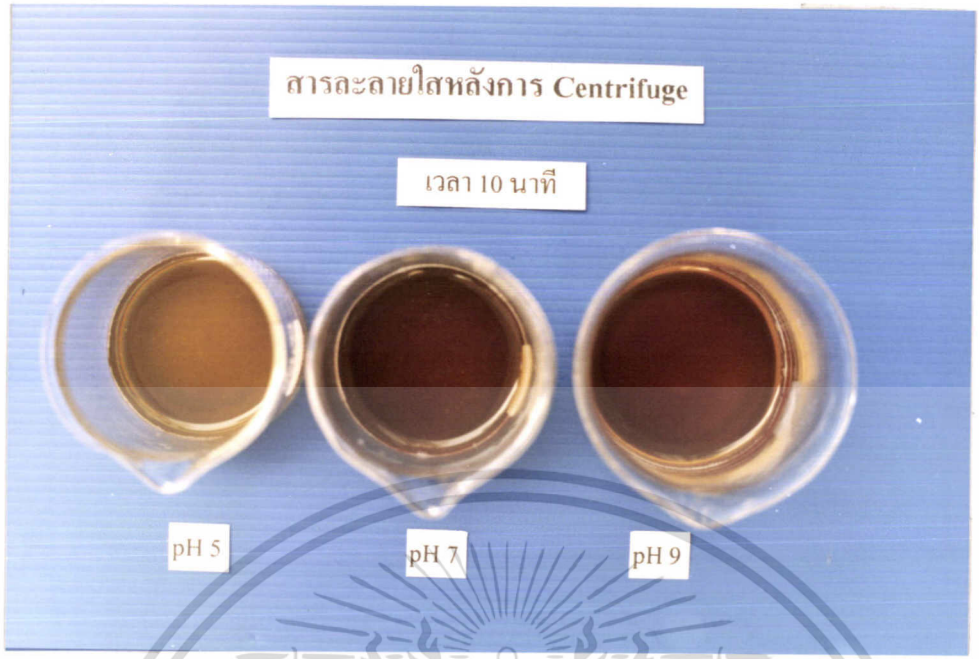
ตารางที่ 6 ปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง

ความเป็นกรดด่าง / เวลา (นาที)	5		7		9	
	ปริมาณโปรตีน %(w/v)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด %(w/v)	ปริมาณโปรตีน %(w/v)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด %(w/v)	ปริมาณโปรตีน %(w/v)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด %(w/v)
5	2.32^{a}	5.27^{a}	2.44^{ab}	5.39^{a}	2.51^{a}	5.45^{ab}
10	2.72^{b}	5.99^{bcd}	3.31^{de}	6.30^{efg}	3.85^{f}	6.53^{g}
15	2.45^{a}	5.90^{bc}	2.90^{bc}	6.24^{def}	3.32^{e}	6.40^{fg}
20	2.44^{a}	5.86^{bc}	2.72^{b}	6.10^{cde}	3.11^{cde}	6.29^{ef}

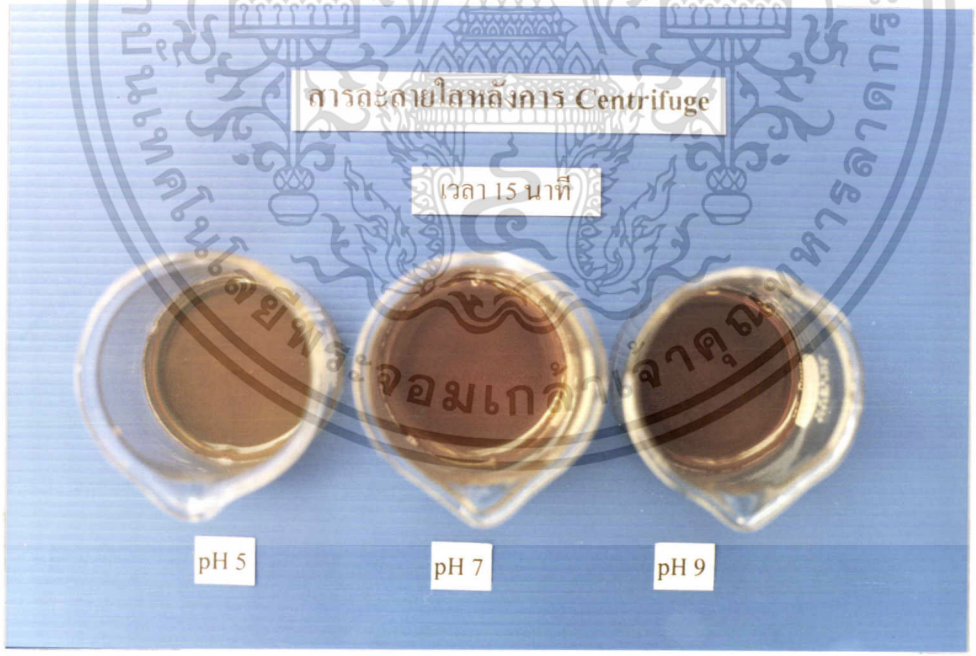
หมายเหตุ : ^{a,b,c}.. อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงถึงข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ภาพที่ 5 สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อนและความดันนาน 5 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

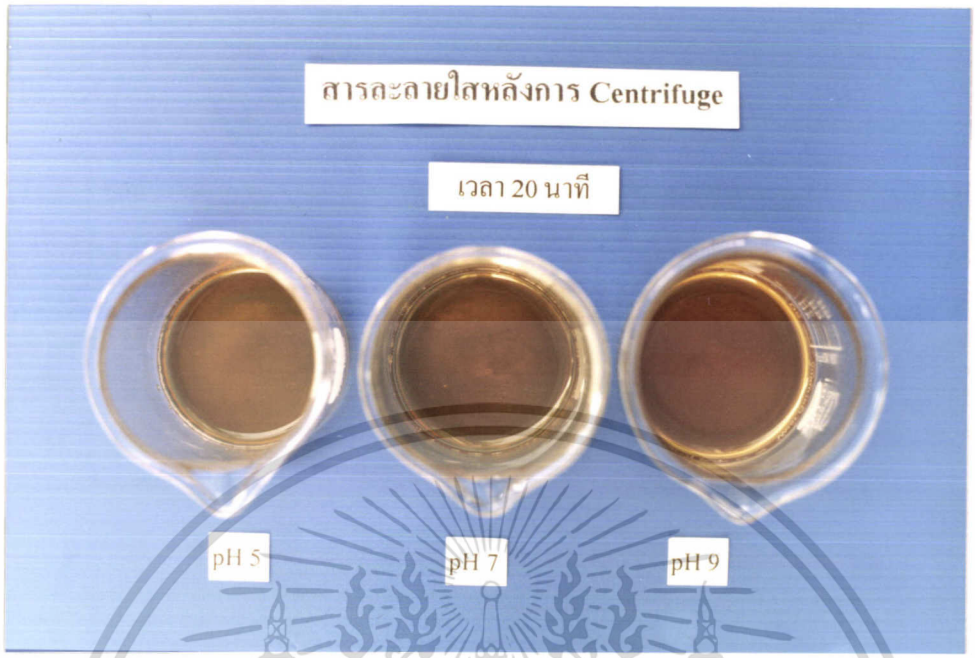


ภาพที่ 6 สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อนและความดันนาน 10 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9



ภาพที่ 7 สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อนและความดันนาน 15 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

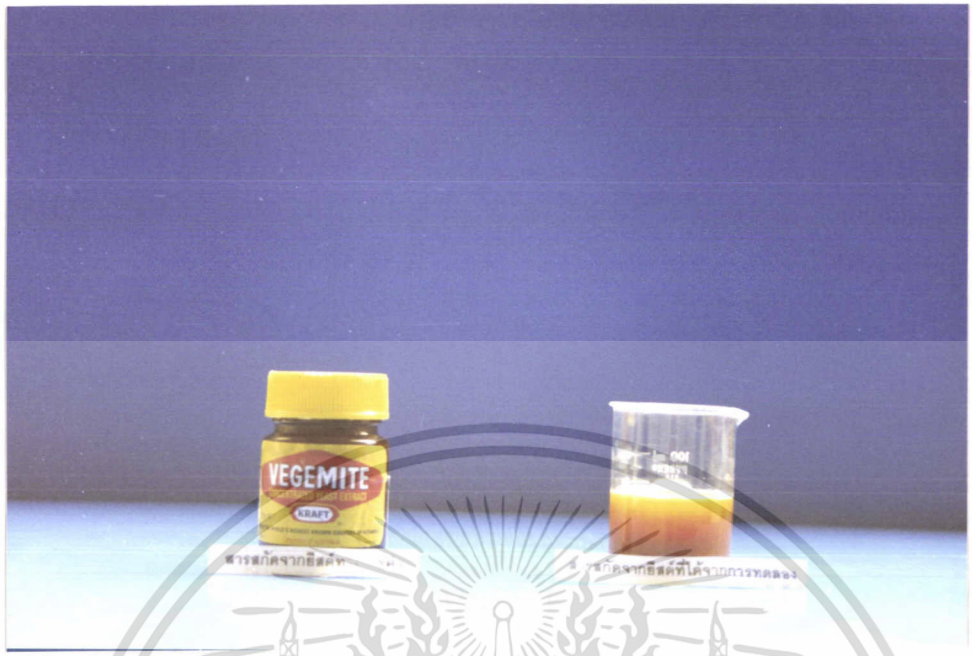


ภาพที่ 8 สารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง ที่เวลาในการให้ความร้อนและความดันนาน 20 นาที ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 5, 7 และ 9

3. องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์เข้มข้น

จากการทดลองผลิตสารสกัดจากยีสต์ในปริมาณมาก โดยการปรับความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ที่เข้มข้น 50 % (w/w) ให้ได้ 9 ใช้เวลาในการให้ความร้อนและความดันในหม้อนึ่งความดันไอนาน 10 นาที แล้วนำสารสกัดจากยีสต์ไประเหยจนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ดังภาพที่ 9 โดยมีองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์ ดังตารางที่ 7 มีปริมาณโปรตีน 6.08 % ไขมัน 1.12 % เถ้า 7.46 % ความชื้น 61.02 % และคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย) 24.31 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์จากโรงงานอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 3 พบว่าสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากการทดลองมีปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่า แต่ปริมาณความชื้นสูงกว่ามาก ส่วนปริมาณไขมัน เถ้า มีค่าใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 สารสกัดจากยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากทางการค้าของบริษัทคราฟท์ (KRAFT ®)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

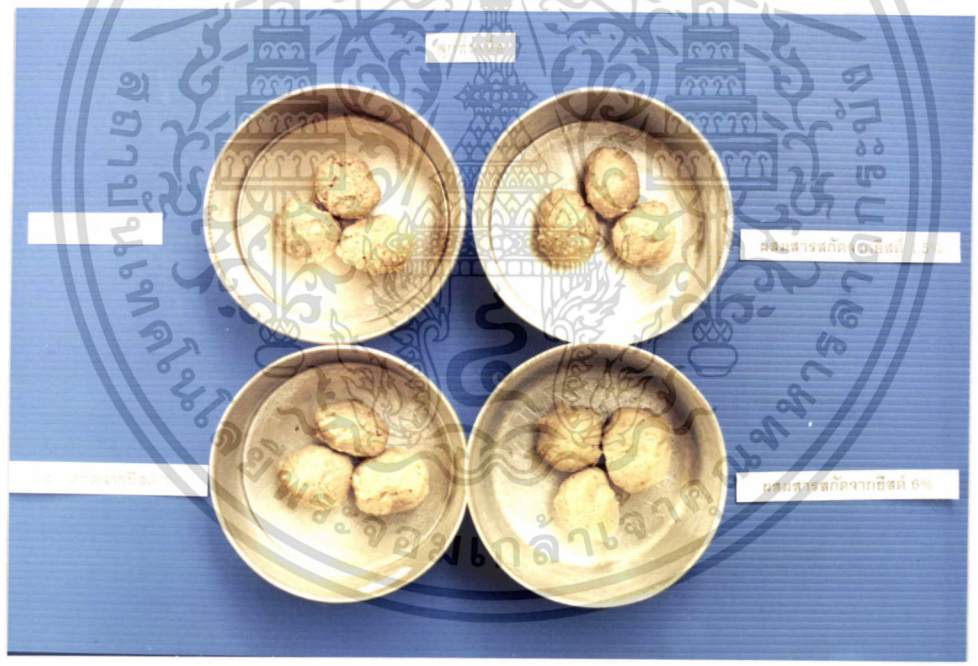
องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์	เปอร์เซ็นต์ (%w/w)
โปรตีน	6.08 ± 0.01
ไขมัน	1.12 ± 0.16
เถ้า	7.46 ± 0.01
ความชื้น	61.02 ± 0.12
คาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย)	24.31 ± 0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดจากยีสต์โดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

4.1 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อลูกชิ้นเนื้อที่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์

พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ และลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับความเข้มข้น 1.5, 3.0 และ 6.0 % (w/w) มีลักษณะปรากฏเหมือนกัน คือ มีสีน้ำตาลอ่อน เป็นลูกกลม ลักษณะเนื้อหยาบและนิ่ม ดังภาพที่ 10 เมื่อประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค พบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านสี และรสชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนในด้านของกลิ่นรส และความชอบรวม ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในระดับความเข้มข้น 6.0 % (w/w) มีความแตกต่างจากลูกชิ้นเนื้อ และลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในระดับความเข้มข้น 1.5 และ 3.0 % (w/w) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังตารางที่ 8



ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ (control) และลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ในระดับ 1.5, 3.0 และ 6.0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 1.5, 3.0 และ 6.0 %

ลูกชิ้นเนื้อ	ซ้ำที่ 1				ซ้ำที่ 2			
	กลิ่นรส	สี	รสชาติ	ความชอบรวม	กลิ่นรส	สี	รสชาติ	ความชอบรวม
YE 0 %	2.55[a]	2.90[a]	3.40[a]	2.35[a]	2.65[a]	3.00[a]	3.25[a]	2.40[a]
YE 1.5 %	2.60[a]	3.05[a]	3.30[a]	3.25[b]	2.70[a]	3.05[a]	3.40[a]	3.55[b]
YE 3.0 %	2.85[a]	3.15[a]	3.20[a]	3.30[b]	2.95[a]	3.20[a]	3.65[a]	3.25[b]
YE 6.0 %	3.55[b]	3.15[a]	2.95[a]	3.55[b]	3.85[b]	3.35[a]	3.55[a]	3.20[b]

หมายเหตุ : YE คือ สารสกัดจากยีสต์

[a,b,c] .. อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงถึงข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโปรตีนเกษตรที่ไม่ผสมสารสกัดจากยีสต์ และโปรตีนเกษตรที่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์

โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่นรสของโปรตีนเกษตรที่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์ 6.0 % เปรียบเทียบกับโปรตีนเกษตรที่ไม่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์ พบว่าลักษณะของโปรตีนเกษตรที่ไม่ผสมและผสมสารสกัดจากยีสต์ มีลักษณะปรากฏเหมือนกัน คือ ลักษณะเป็นก้อนกลมคล้ายลูกชิ้น สีขาวขุ่น และมีความยืดหยุ่นดี เมื่อนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างด้านกลิ่นรสของโปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ได้ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 จำนวนผู้บริโภคที่เลือกโปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับ 0 % และ 6.0 %

โปรตีนเกษตร	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2
YE 0 %	9^{a}	10^{a}
YE 6 %	13^{a}	12^{a}

หมายเหตุ : YE คือ สารสกัดจากยีสต์

^{a,b,c}.. อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงถึงข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอเพื่อใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหาร สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์สด สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* จากบริษัท ไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย) เท่ากับ 17.30, 1.98, 2.37, 69.53 และ 8.82 % (w/w) ตามลำดับ

2. จากการศึกษาความเป็นกรดด่าง และเวลาที่ให้ความร้อนและความดันในหม้อนึ่งความดันไอเพื่อผลิตสารสกัดจากยีสต์ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ คือ เตรียมสารแขวนลอยยีสต์ที่ความเข้มข้น 50 % (w/w) ปรับความเป็นกรดด่าง 9 และเวลาที่ให้ความร้อนและความดันในหม้อนึ่งความดันไอ 10 นาที หลังการหมุนเหวี่ยงได้สารละลายใสที่มีปริมาณโปรตีน และปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.85 และ 3.53 % (w/v) ตามลำดับ

3. จากการศึกษาการผลิตสารสกัดจากยีสต์ในปริมาณมาก โดยปรับความเป็นกรดด่างของสารแขวนลอยยีสต์ที่เข้มข้น 50 % (w/w) ให้ได้ 9 ใช้เวลาในการให้ความร้อนและความดันในหม้อนึ่งความดันไอนาน 10 นาที แล้วนำสารสกัดจากยีสต์ไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator จนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 40 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก) มีองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากยีสต์ด้านโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย) เท่ากับ 6.08, 1.12, 7.46, 61.02 และ 24.31 % (w/w) ตามลำดับ

4. จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคต่อลูกชิ้นเนื้อที่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับ 0, 1.5, 3.0 และ 6.0 % (w/w) ด้วยวิธีการให้คะแนน (scoring test) พบว่าลูกชิ้นเนื้อควรมีการเติมสารสกัดจากยีสต์มากกว่าไม่เติมสารสกัดจากยีสต์ และควรเติมสารสกัดจากยีสต์ในระดับ 6.0 % (w/w) ผู้บริโภคจึงยอมรับทางด้านกลิ่นมากที่สุด

5. จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคต่อโปรตีนเกษตรที่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับ 0 และ 6.0 % (w/w) พบว่า ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างในด้านกลิ่นรสของโปรตีนเกษตรที่มีการผสมสารสกัดจากยีสต์ที่ระดับ 0 % หรือ 6.0 % (w/w) ได้

จากการทดลอง พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผลิตสารสกัดจากยีสต์โดยการใช้หม้อนึ่งความดันไอ และสารสกัดจากยีสต์ยังช่วยในการเพิ่มกลิ่นรส (กลิ่นรสเนื้อ) ที่ดีในผลิตภัณฑ์อาหาร แต่ยังต้องมีการปรับปรุงสารสกัดจากยีสต์โดยอาจมีการผสมเกลือ หรือสารปรุงรสต่าง ๆ เพื่อเสริมในด้านของรสชาติ หรืออาจเติมสารถนอมอาหารเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อปรับปรุงให้สารสกัดจากยีสต์ที่ได้มีคุณภาพที่ดี เป็นสารเพิ่มกลิ่นรส (flavor enhancer) หรือเป็นสารให้กลิ่นรสโดยตรง (flavor donor) กับผลิตภัณฑ์อาหาร ให้ทัดเทียมกับสารสกัดจากยีสต์ในทางการค้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จตุพร เหมสุวรรณ์. 2531. การผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารจากกะปิ ถั่วเหลือง และยีสต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชื่นจิตต์ พฤฒิภากร. 2528. การผลิตสารสกัดจากยีสต์ที่ได้จากโรงงานเบียร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2541. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 485 หน้า

ภูวดล สุกมลานันท์ และสมศักดิ์ ศิริชัยเจริญ. 2536. การศึกษาเบื้องต้นในการผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสจากยีสต์ขนมปัง. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุพจน์ บุญแรง และประศาสตร์ ฟูตระกูล. (ม.ป.ป.). "การผลิตยีสต์สกัดเพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหาร." ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (แผ่นพับ)

AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed, the Association of official Analytical Chemists, Inc., Arington. VA.27.3.3.06.

Cornel Verduyn. 1996. Production of yeast extract as a food flavouring agent. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

Labell, F. 1992. Yeast extract enhances cheese, savoury flavour. Food Processing :65

Neppiras, E. A., and Hughes, D. E. 1964. Some Experiments on the Disintegration of Yeast by High Intensity Ultrasound. Biotechnology and Bioengineering. 6 : 217-269.

Perlman, D. 1969. (ed.). Fermentation Advances. New York: Academic Press .pp.249-262.

Reed, G., and Nagodawithana, T. W. 1991. Yeast technology. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold

Rose, A.H. (ed.). 1982. Fermented food. London : Academic press. pp. 293-305.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

กระบวนการผลิตยีสต์สด (baker's yeast)

ของบริษัท ไทยเมจิฟาร์มาซูติคัล จำกัด

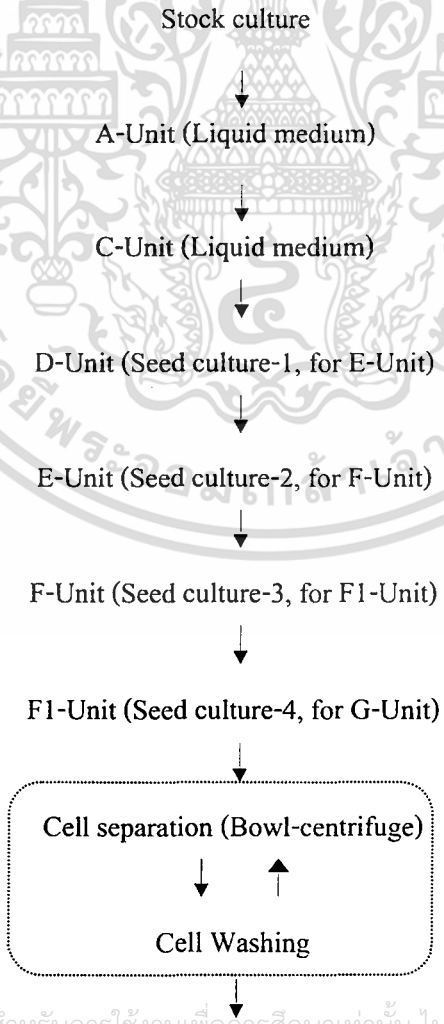
Fresh yeast (Thai-Meiji): *Saccharomyces cerevisiae*

- Moisture 68-70 %
- Refrigeration during storage 0-5 °C ; Long life 3-4 week

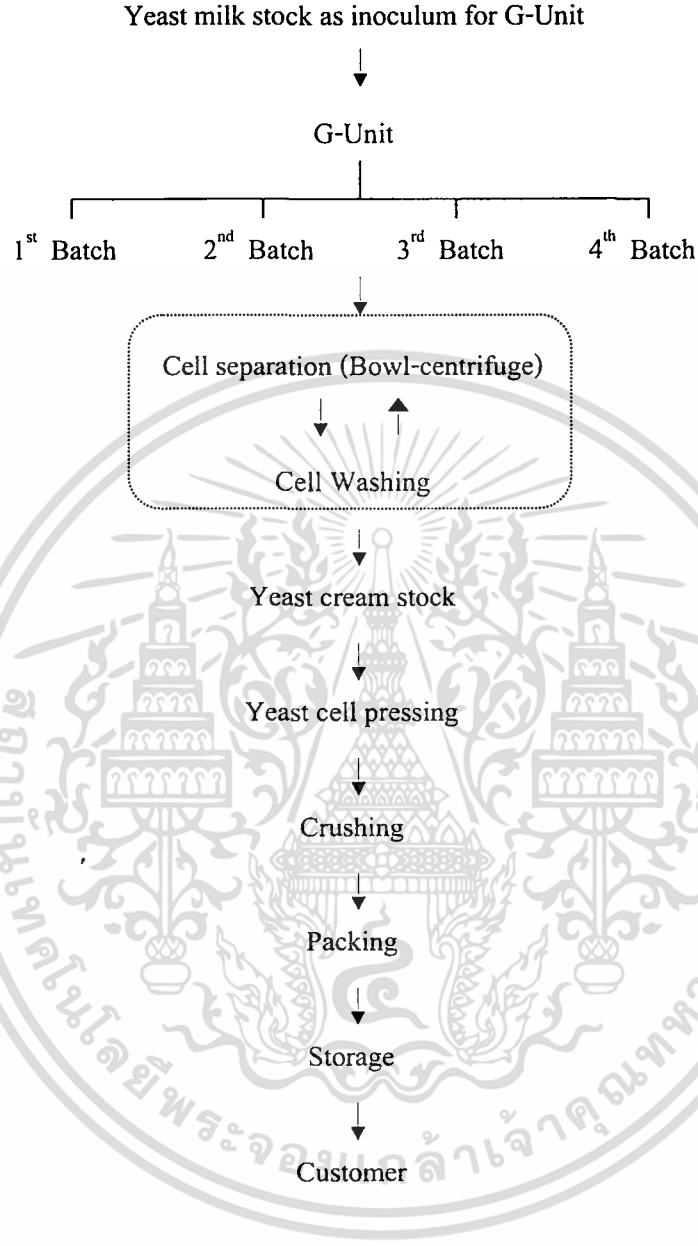
Production

Fed-batch fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* by mollasses medium

Process



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. Kjeldahl flask
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร
3. ชุดกลั่นโปรตีน
4. ชุดย่อยโปรตีน
5. ลูกแก้ว (glass bead)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (conc.H_2SO_4) 98 %
2. กรดบอริค (Boric acid) 4 %
3. กรดไฮโดรคลอริค 0.01 N
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 %
5. Catalyst : โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 4.44 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 0.55 กรัม
6. Mix indicator (0.1% Bromocresol green ใน 95 % แอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.1% Methyl red ใน 95 % แอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตร)

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง 10 มิลลิลิตร หรือชั่งตัวอย่างยีสต์สดหนัก 0.06 กรัมลงใน Kjeldahl flask
2. เติม catalyst 5 กรัม กรดซัลฟูริคเข้มข้น 15 มิลลิลิตร และลูกแก้วเพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง
3. นำ Kjedahl flask ตั้งบนชุดย่อยที่มีระดับความร้อนเบอร์ 8 ย่อยโปรตีนจนได้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้าใส (นานประมาณ 45 นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รอให้สารละลายเย็น และหมดควันของไอกรดก่อนเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
5. นำกรดบอริค 50 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร หยด mix indicator 4 หยด วางใต้เครื่องกลั่นให้ปลาย condenser จุ่มในสารละลาย
6. นำ Kjedahl flask ประกอบเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 % ลงใน Kjedahl flask 60 มิลลิลิตร ตั้งเวลาในการกลั่นนาน 5 นาที และกดปุ่มเริ่มทำงาน
7. แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่าน condenser ลงสู่กรดบอริค สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชมพู-ม่วง เป็นสีฟ้า
8. ล้างปลาย condenser ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกริยาดำเนินต่อไปอีกประมาณ 1 – 2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรคลอริก 0.1 N จนสารละลายสีฟ้าเปลี่ยนไปเป็นใส-ไม่มีสี
9. คำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{(A-B) \times 14 \times CD \times 6.25}{E \times 1000}$$

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริคที่ไตเตรทได้กับตัวอย่าง

B = มิ่ลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริคที่ไตเตรทได้กับ blank*

C = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค (N)

D = มิลลิลิตรของสารละลายที่ผ่านการย่อย (100 มิลลิลิตร)

E = มิลลิลิตรของสารละลาย D ที่นำไปกลั่น (10 มิลลิลิตร)

* blank ทำได้โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง แล้วทำการทดลองต่อตั้งแต่ข้อ 2-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ทิมเบิล (thimble)
2. บีกเกอร์ไขมัน
3. กระจกนาฬิกา
4. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 5 กรัมใน thimble ที่ห่อด้วยกระดาษกรองเพื่อกันการฟุ้งกระจาย
2. บรรจุ thimble ในชุดสกัดไขมัน soxhlet โดยให้ thimble อยู่ใน extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ condenser ส่วนด้านล่างต่อกับ round bottom flask
3. ตวง petroleum ether 180 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์ไขมัน แล้วนำไปประกอบในชุดสกัดไขมัน soxhlet ต่อสายยางน้ำเข้าออก condenser ก่อนเปิดสวิตซ์ของเตา heating mantle ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสม (150 หยด ต่อนาที) เพื่อให้ไอของ petroleum ether ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง นาน 3 ชั่วโมง
4. แยก petroleum ether ออกด้วย vacuum evaporator นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ 30 นาที ไล่อีเทอร์จนหมด นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักของ crude fat
5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน (กรัม)} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและปริมาณของแข็งทั้งหมด (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ถ้วยอะลูมิเนียม (aluminium can)
2. แท่งแก้วคนสั้น

สารเคมี

1. เอทานอล (ethanol) 95 %
2. ทราย (see sand) ที่ผ่านการทำความสะอาดและอบแห้งที่ 105 °ซ นาน 3 ชั่วโมง

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมที่ใส่ทราย 5 กรัม พร้อมฝา และแท่งแก้วที่ผ่านการอบแห้ง
2. ใส่ตัวอย่างยีสต์สด 5 กรัมหรือสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง 10 มิลลิลิตร คนให้ทั่ว ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. นำไปอบที่ตู้อบโดยเปิดฝาถ้วยอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 105 °ซ. นาน 3 ชั่วโมง (คนตัวอย่างเป็นระยะๆ เพื่อให้เกิดการระเหยได้อย่างทั่วถึง)
4. ปิดฝาถ้วยอะลูมิเนียม นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด

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

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)} = 100 - \text{ปริมาณความชื้น (\%)}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียม แท่งแก้วคน ทราย ตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียม แท่งแก้วคน ทราย ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง (crucible)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยกระเบื้องที่ทำการเผาเรียบร้อยแล้ว
2. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง
3. นำไปเผาบนเตาให้ความร้อน (hot plate) ในตู้ควันจนหมดควัน
4. เผาต่อที่อุณหภูมิ 600 ° ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือเทา
5. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = W_2 \times 100 / W_1$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

5. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

เนื่องจากปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในอาหาร โดยหลักการแล้วประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น สารเยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตคิดเป็น 100 % ดังนั้นเมื่อคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (รวมสารเยื่อใย) จึงสามารถนำค่าขององค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ มาหักลบออกจาก 100 ได้ ดังนี้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) = 100 – (%ปริมาณความชื้น +%ปริมาณไขมัน + %ปริมาณโปรตีน + %ปริมาณเถ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
สูตรผลิตภัณฑ์อาหาร

1. สูตรลูกชิ้นเนื้อ

ส่วนประกอบ

เนื้อวัว	2	กิโลกรัม
เกลือ	45	กรัม
ผงชูรส	4	กรัม
แป้งมัน	80	กรัม
น้ำแข็งบด	400	กรัม
แอคคอร์ด (Accord ®)	5	กรัม
โซเดียมไบคาร์บอเนต	2	กรัม
พริกไทย	25	กรัม

วิธีทำ

1. นำเนื้อวัวมาแล่พังผืดและเอ็นออก บดให้ละเอียด แช่เย็นจัด
2. นำเนื้อใส่ในเครื่องนวด เติมเกลือ แอคคอร์ด นวดนาน 10 นาที ใส่น้ำแข็ง 1/3 ของทั้งหมด
3. ผสมผงชูรส แป้ง พริกไทย และน้ำแข็งส่วนที่เหลือ นวดจนเนียน
4. ปั้นส่วนผสมเป็นลูก ขนาดตามต้องการใส่ในน้ำอุ่น 50 °ซ. นาน 10 นาทีจนลอยตัว ตักไปต้มให้สุกในน้ำร้อน 80 °ซ. นาน 10 นาที
5. เมื่อลูกชิ้นสุกแล้วตักใส่น้ำเย็น แช่จนเย็นสนิท สลัดให้แห้ง เก็บใส่ถุงพลาสติกที่อุณหภูมิต่ำ

2. สูตรลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์

ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์มีส่วนประกอบและวิธีการทำเช่นเดียวกับลูกชิ้นเนื้อในข้อ 1 และจะผสมสารสกัดจากยีสต์ในวิธีทำขั้นตอนที่ 3 พร้อมกับการผสมผงชูรส แป้ง พริกไทย และน้ำแข็งส่วนที่เหลือ ในปริมาณ 1.5, 3.0 และ 6.0 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สูตรโปรตีนเกษตร (หมี่กึง)

ส่วนประกอบ

แป้งสาลีแข็ง (Hard wheat)	1	กิโลกรัม
เกลือ	5	กรัม
น้ำ		

วิธีทำ

1. ชั่งแป้งสาลีแข็ง (hard wheat) 1 กิโลกรัม เละเกลือ 5 กรัม เคล้ากันให้ทั่ว ใส่ในเครื่องนวด
2. เติมน้ำลงในแป้งที่ละน้อย นวดด้วยความเร็วปานกลาง จนแป้งจับตัวกันเป็นก้อน
3. นวดต่อไปให้เป็นโด ด้วยความเร็วสูง
4. นำโดที่ได้ไปล้างน้ำ โดยเปิดน้ำไหลผ่านช้าๆ พร้อมกับนวด เพื่อล้างแป้งออกไปให้มากที่สุด จนกลายเป็นก้อนเหนียวคล้ายหมากฝรั่ง เรียกว่า กลูเต็น (gluten) บีบจนสะเด็ดน้ำ
5. นำกลูเต็นที่ได้มาผสมเครื่องปรุงรสชนิดต่างๆ เช่น ซีอิ้วขาว และเกลือ เป็นต้น
6. ปั้นกลูเต็นเป็นลูกขนาดตามต้องการ ใส่ในน้ำอุ่น 50 °ซ. นาน 10 นาที จนลอยตัว ตักไปต้มให้สุกในน้ำร้อน 80 °ซ. นาน 10 นาที จนสุก
7. ตักหมี่กึงใส่น้ำเย็น แช่จนเย็นสนิท สลัดให้แห้ง เก็บใส่ถุงพลาสติกที่อุณหภูมิต่ำ

4. สูตรโปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์

โปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์มีส่วนประกอบและวิธีทำเช่นเดียวกับโปรตีนเกษตรในข้อ 3 และจะผสมสารสกัดจากยีสต์ในวิธีทำขั้นตอนที่ 5 ร่วมกับเครื่องปรุงรสชนิดต่างๆ ในปริมาณ 6.0 % (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

1. แบบประเมินผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโปรตีนเกษตร

แบบรายงานการผลการทดสอบโปรตีนเกษตร

โดย วิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่

ชื่อ_____ เพศ ____ วันที่_____ ชุดที่____

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และวงบกลมล้อมรอบรหัสตัวอย่างที่มีกลิ่นรสที่ดีกว่า

รหัสตัวอย่าง

_____ _____

วิจารณ์ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบประเมินผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อ

แบบรายงานการทดสอบ วิธีการให้คะแนน (Scoring Test)				
ผู้ทดสอบ_____เพศ_____ ผลิตภัณฑ์_____ วันที่_____				
คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตั้งแต่คะแนนมากที่สุด = 5 และคะแนนน้อยที่สุด = 1 ดังรายละเอียดดังนี้ คะแนน 5 = ชอบมาก คะแนน 4 = ชอบ คะแนน 3 = เฉยๆ คะแนน 2 = ไม่ชอบ คะแนน 1 = ไม่ชอบมาก				
รหัสตัวอย่าง	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทดสอบ			
	กลิ่นรส	สีที่ปรากฏ	รสชาติ	ความชอบรวม
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
วิจารณ์				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 10 ปริมาณโปรตีนของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง

ความเป็นกรด ด่าง / เวลา	5			7			9		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
5	2.32	2.32	2.32	2.36	2.52	2.44	2.48	2.53	2.51
10	2.72	2.72	2.72	3.15	3.47	3.31	4.05	3.64	3.85
15	2.43	2.47	2.45	2.90	2.89	2.90	3.17	3.46	3.32
20	2.45	2.43	2.44	2.70	2.74	2.72	3.14	3.07	3.11

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง

Source of variance	df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
จำนวนซ้ำ	1	0.01	0.59	4.84
Treatment	11	0.44	25.88	2.82
ความเป็นกรดด่าง	2	1.01	59.41	3.98
เวลา	3	0.776	45.65	3.59
เวลา และความเป็นกรดด่าง	6	0.08	4.71	3.09
Error	11	0.017		
Total	23			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง

ความเป็นกรดด่าง / เวลา	5			7			9		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
5	5.20	5.33	5.27	5.30	5.48	5.39	5.40	5.50	5.45
10	5.99	5.99	5.99	6.34	6.25	6.30	6.40	6.66	6.53
15	5.87	6.02	5.90	6.15	6.33	6.24	6.49	6.31	6.40
20	5.82	5.90	5.86	6.06	6.14	6.10	6.44	6.14	6.29

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมดของสารละลายใสหลังการหมุนเหวี่ยง

Source of variance	df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
จำนวนซ้ำ	1	0.015	1.07	4.84
Treatment	11	0.347	24.79	2.82
ความเป็นกรดด่าง	2	0.33	23.57	3.98
เวลา	3	1.03	73.57	3.59
เวลา และความเป็นกรดด่าง	6	0.011	0.79	3.09
Error	11	0.014		
Total	23			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่กลิ่นรส จาก ผู้ชิมจำนวน 20 คน

ผู้ทดสอบชิม	ซ้ำที่ 1 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์				ซ้ำที่ 2 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์			
	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %
1	4	5	4	5	3	2	2	3
2	2	3	2	4	3	1	3	4
3	3	3	3	2	2	4	4	4
4	2	1	3	4	3	2	2	1
5	3	2	2	2	2	2	4	5
6	3	3	3	4	1	3	4	5
7	3	4	4	4	3	2	2	3
8	2	3	2	3	4	2	3	2
9	2	3	1	4	2	4	4	5
10	2	2	2	5	2	2	1	3
11	2	1	1	3	3	1	2	5
12	4	4	4	4	3	3	1	4
13	2	2	2	2	2	3	2	3
14	3	3	3	3	2	4	4	5
15	1	2	4	5	3	3	3	4
16	3	2	4	5	3	3	3	4
17	2	2	2	4	3	2	3	4
18	2	4	4	1	2	3	3	4
19	3	1	4	4	3	3	3	4
20	3	2	3	3	4	5	4	5
รวม	51	52	57	71	53	54	59	77
เฉลี่ย	2.55	2.6	2.85	3.55	2.65	2.70	2.95	3.85

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ

Source of variance	df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Treatment	3	4.258	4.07	2.723
Error	76	1.02		
Total	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่สีที่ปรากฏจากผู้ชิมจำนวน 20 คน

ผู้ทดสอบชิม	ซ้ำที่ 1 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์				ซ้ำที่ 2 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์			
	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %
1	5	3	3	3	5	3	3	4
2	2	3	3	4	3	3	3	2
3	3	3	3	2	2	3	3	3
4	5	2	4	3	5	3	4	2
5	3	3	2	2	3	2	2	5
6	5	3	2	5	5	3	4	4
7	3	4	4	4	3	4	2	3
8	2	3	4	3	2	3	4	2
9	3	1	3	2	3	1	3	2
10	2	2	4	2	1	2	4	3
11	1	4	3	5	2	4	3	5
12	4	4	3	3	4	3	3	5
13	1	3	2	2	3	1	2	2
14	3	3	4	3	2	3	4	3
15	3	5	2	2	3	5	3	5
16	3	3	4	5	3	3	4	2
17	5	3	3	2	5	5	4	4
18	1	5	4	3	2	3	3	3
19	2	2	3	4	1	2	3	4
20	2	2	3	4	3	2	3	4
รวม	58	61	63	63	60	61	64	67
เฉลี่ย	2.9	3.05	3.15	3.15	3.0	3.05	3.20	3.35

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ

Source of variance	df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Treatment	3	0.28	0.25	2.73
Error	76	1.13		
Total	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่รสชาติ จาก ผู้ชิมจำนวน 20 คน

ผู้ทดสอบชิม	ซ้ำที่ 1 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์				ซ้ำที่ 2 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์			
	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %
1	4	4	4	4	4	4	4	5
2	3	4	4	3	3	3	4	4
3	3	3	3	3	2	2	3	5
4	2	3	2	1	3	3	3	3
5	3	2	3	2	5	5	5	3
6	5	2	3	4	3	3	3	3
7	1	5	3	3	1	2	3	3
8	3	3	2	2	5	3	3	3
9	5	4	3	3	2	3	5	3
10	2	2	3	2	3	4	3	5
11	3	3	4	5	3	3	4	3
12	4	4	4	3	4	3	4	2
13	4	2	3	2	4	3	4	2
14	3	4	3	3	2	4	3	3
15	4	3	4	3	4	3	3	2
16	2	4	3	3	2	4	3	4
17	4	5	2	3	4	3	2	5
18	3	2	2	2	3	5	5	5
19	5	4	5	5	3	4	5	4
20	5	3	4	3	5	4	4	4
รวม	68	66	64	59	65	68	73	71
เฉลี่ย	3.4	3.3	3.2	2.95	3.25	3.40	3.65	3.55

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านรสชาติในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ

Source of variance	df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Treatment	3	0.75	1.33	2.73
Error	76	0.99		
Total	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อในแง่ความชอบรวม จากผู้ชิมจำนวน 20 คน

ผู้ทดสอบชิม	ซ้ำที่ 1 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์				ซ้ำที่ 2 ลูกชิ้นเนื้อที่ผสมสารสกัดจากยีสต์			
	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %	0 %	1.5 %	3.0 %	6.0 %
1	1	4	3	5	4	5	4	4
2	2	3	3	4	3	3	3	4
3	2	3	4	3	4	3	4	3
4	2	4	4	3	4	4	5	4
5	2	2	2	2	5	2	4	4
6	3	3	3	4	4	4	4	4
7	3	4	4	4	4	4	4	4
8	2	3	3	3	3	3	3	3
9	2	1	3	4	2	4	2	3
10	2	2	4	5	3	3	3	2
11	2	2	4	3	2	5	2	1
12	3	3	3	3	1	3	1	2
13	2	3	2	2	3	2	3	3
14	3	4	4	2	4	2	3	4
15	2	4	3	4	3	4	4	3
16	2	4	3	4	2	4	4	2
17	2	4	2	3	4	3	2	3
18	1	5	2	4	4	4	3	4
19	3	3	5	5	3	4	3	3
20	3	4	5	4	4	5	4	4
รวม	47	65	66	71	48	71	65	64
เฉลี่ย	2.35	3.25	3.3	3.55	2.40	3.55	3.25	3.20

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อ

Source of variance	df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Treatment	3	5.51	7.0474	2.73
Error	76	0.78		
Total	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โปรตีนเกษตรด้วยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (pare comparison test)

ผู้ทดสอบชิม	ซ้ำที่ 1 โปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์		ซ้ำที่ 2 โปรตีนเกษตรที่ผสมสารสกัดจากยีสต์	
	0 %	6.0 %	0 %	6.0 %
1	✓		✓	
2		✓		✓
3	✓		✓	
4	✓			✓
5		✓	✓	
6	✓		✓	
7	✓		✓	
8		✓		✓
9		✓		✓
10	✓		✓	
11		✓		✓
12		✓		✓
13		✓		✓
514		✓		✓
15		✓		✓
16		✓		✓
17	✓		✓	
18	✓		✓	
19	✓		✓	
20		✓		✓
21		✓		✓
22		✓		✓
รวม	9	13	10	12

หมายเหตุ: ✓ คือ ตัวอย่างโปรตีนเกษตรที่ผู้ทดสอบชิมเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเกวลิน ชัยวัฒน์ ชื่อเล่น นุช (เกว) เกิดเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2519 เป็นชาวจังหวัดกรุงเทพมหานครโดยกำเนิด ประวัติการศึกษา จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา ปัจจุบันศึกษาอยู่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

นางสาวภูริตา ทัพพงษ์ ชื่อเล่น ภู เกิดเมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2519 เป็นชาวจังหวัดกรุงเทพมหานครโดยกำเนิด ประวัติการศึกษา จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา ปัจจุบันศึกษาอยู่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้