ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษากระบวนการผลิตเต้าทึงกระป๋อง

(Study on Canned Taoting Process)

โดย

นางสาวอุดร พิมพ์ทอง

นางสาวอุไรพร ตั้งจิตต์ทวีชัย

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 15 มี.ค. 44 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ. ปรีชาศิริ สุรนันทนาภิรมย์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ. ดร. อรสิพร เหาเปียนทิพย์)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 15 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17518

เรื่อง

การศึกษากระบวนการผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋อง

(Study on Canned Taoting Process)

T096964

นางสาวอุดร พิมพ์ทอง

นางสาวอุไรพร ตั้งจิตต์ทวีชัย

ปพ.
ต 799ก
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96964
วัน,เดือน,ปี 5 JUN 2000

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดร พิมพ์ทอง และ อุไรพร ตั้งจิตต์ทวีชัย . 2543 . ศึกษากระบวนการผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋อง (Study on Canned Taoting Process) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

ในปัจจุบันการดำเนินชีวิตที่รีบเร่ง ทำให้ผู้บริโภคมีความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถอำนวยความสะดวกในการบริโภคมากขึ้น อาหารกระป๋องจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากเต้าทึงเป็นขนมหวานที่ค่อนข้างหารับประทานได้ยาก มีรับประทานทานเฉพาะบางพื้นที่ มีราคาแพง และเมื่อนำมาบรรจุใส่กระป๋องจะเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ

เต้าทึง เป็นขนมหวานประเภทหนึ่งที่คนจีนนิยมรับประทานเป็นอาหารว่างที่สามารถแก้ร้อนในโดยใช้ถั่วประเภทต่าง ๆ นำมาต้มกับน้ำและเติมน้ำตาลให้มีรสหวานเพียงเล็กน้อย รับประทานได้ทั้งในรูปของเต้าทึงร้อนและเย็น

การผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋องใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆได้แก่ ถั่วแดง ถั่วดำ แห้ว ลูกเดือย เม็ดบัว แป๊ะก๊วย เห็ดหูหนูขาว มัน เผือก และพุทราแช่อิ่ม ในน้ำแช่อิ่มน้ำลำใย การเตรียมการขั้นต้นระยะเวลาในการต้มวัตถุดิบ คือแห้ว เม็ดบัว ลูกเดือย ถั่วดำ ถั่วแดง ที่ระยะเวลาที่ 30, 20 ,30, 30และ50 นาที ตามลำดับ และให้น้ำแช่อิ่มที่ความหวาน 30 องศาบริกซ์ บรรจุใส่ให้ท่วม ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดซิตริก ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สุดท้ายต่ำกว่า 4.5 เพื่อให้เต้าทึงกระป๋องเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง จะได้ลดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ โดยนำเต้าทึงบรรจุกระป๋องไปให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 40 นาที และการเติมสาร Na_2EDTA ปริมาณ 50 ส่วนในล้านส่วน เพื่อลดความขุ่นของน้ำแช่อิ่มและรักษาสีของวัตถุดิบให้คงตัวอยู่ได้นาน

อุดร พิมพ์ทอง		19 มี.ค. 44
อุไรพร ตั้งจิตต์ทวีชัย		
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ความรู้ต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งได้กรุณาตรวจแก้ไขหนังสือปัญหาพิเศษจนสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม , ผศ.ดร.กิตติพงศ์ ห่วงรักษ์และรศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความรู้ต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ดูแลและเป็นกำลังใจให้เสมอมาไม่เคยขาดตกบกพร่อง รวมทั้งชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตที่ดีจนกระทั่งเรียนจนสำเร็จ

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ที่คอยให้กำลังใจและคอยให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา จนทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษ โดยเฉพาะป้าจวบที่ตึก processing และพี่แดง

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่น่ารักทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือตลอดการทำปัญหาพิเศษจนสมบูรณ์

(นางสาวอุดร พิมพ์ทอง)

(นางสาวอุไรพร ตั้งจิตต์ทวีชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 ขนมหวาน	2
2.2 เต้าทึง	2
2.3 กรรมวิธีในการผลิตอาหารกระป๋อง	3
2.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ	3
2.3.2 การเตรียมน้ำเชื่อม	5
2.3.3 การบรรจุ	7
2.3.4 ช่องว่างเหนืออาหารในภาชนะบรรจุ	8
2.3.5 สุญญากาศ	10
2.3.6 การไล่อากาศ	11
2.3.7 การปิดผนึก	13
2.3.8 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	13
2.3.9 การทำให้เย็น	28
2.4 สารซีเควสแตรนท์	28
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	32
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	32
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	32
3.3 วิธีการทดลอง	32
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	39
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
5.1 สรุปผลการทดลอง		50
5.2 ข้อเสนอแนะ		50
บรรณานุกรม		51
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก	วิธีการคำนวณระยะเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	53
ภาคผนวก ข	ตัวอย่างแบบสอบถามการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	57
ภาคผนวก ค	การตรวจสอบน้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อ	59
ภาคผนวก ง	วิธีการตรวจสอบทางจุลินทรีย์	61
ภาคผนวก จ	อัตราส่วนผสมต่างๆของวัตถุดิบใน 1 กระป๋องและต้นทุนการผลิต	62
ภาคผนวก ฉ	การคำนวณหาปริมาณกรด	63
ภาคผนวก ช	การคำนวณการเตรียมน้ำเชื่อม	64
ภาคผนวก ซ	ข้อมูลของการคำนวณทางสถิติ	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงน้ำตาลต่อน้ำสำหรับเชื่อมผลไม้ไทย	5
2.2	แสดงค่า GHS สูงสุดสำหรับกระป๋องแต่ละขนาด	9
2.3	แสดงค่า F_0 ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด	23
2.4	แสดงความเป็นกรดด่างของผักบรรจุกระป๋องบางชนิด	26
2.5	ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	27
4.1	แสดงเปอร์เซนต์การแตกของเม็ดบัวที่ให้ความร้อนเป็นระยะเวลาต่างๆกัน	39
4.2	แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องที่ทำการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	41
4.3	แสดงค่าคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างๆกัน	42
4.4	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ของน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 25, 30 และ35 องศาบริกซ์	43
4.5	แสดงค่า cut out และเปอร์เซนต์ความเป็นกรดของน้ำเชื่อมเมื่อปรับ pH เริ่มต้นต่างๆกัน	44
4.6	แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเห้วจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆกัน	44
4.7	แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเม็ดบัวจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆกัน	45
4.8	แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกเดือยจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆกัน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางที่

4.9	แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วดำจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆกัน	46
4.10	แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วแดงจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆกัน	47
4.11	แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ของน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋อง	48
4.12	แสดงคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพบางประการของเต้าทึงกระป๋อง	48
4.13	แสดงผลการตรวจสอบทางจุลินทรีย์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. ลักษณะการส่งถ่ายความร้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร 16
2. แสดง Cold point ในภาชนะบรรจุทรงกระบอก สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนและการพาความร้อน 17
3. ลักษณะวงจรของความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้ออาหารบรรจุกระป๋อง 18
4. กราฟอัตราการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ 19
5. ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส 20
6. ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่างๆ 21
7. กราฟการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาไปสู่ระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น สภาพการดำรงชีวิตของคนไทยจึงเปลี่ยนแปลงไปด้วย การดำเนินชีวิตอย่างเร่งรีบแข่งขันกับเวลา เมื่ออาหารจัดเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ รูปแบบของอาหารจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องกับสภาพการดำรงชีวิตปัจจุบัน อาหารกระป๋องจัดเป็นรูปแบบอาหารประเภทหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของประชากรในยุคนี้ได้ดี เนื่องจากสามารถให้ความสะดวกสบายในการเตรียมและปรุงอาหาร สะอาด ปลอดภัยและมีขนาดพอเหมาะในการบริโภคต่อคนต่อครั้ง ขณะนี้ประเทศไทยมีการผลิตอาหารกระป๋องหลายประเภท ทั้งอาหารคาว อาหารหวาน และอาหารว่าง รวมทั้งพื้นฐานของประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อยู่ในเขตร้อนชื้นสามารถเพาะปลูกผลิตผลทางการเกษตรได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งถั่วแดง เมล็ดบัว แห้ว พุทรา ถั่วดำ เผือก มันเทศ เห็ดหูหนูขาว ลูกเดือยและแป๊ะก๊วย สามารถผลิตเพื่อใช้บริโภคได้ทั้งในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ จึงน่าจะนำมาใช้ในระบบอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบเหล่านี้ จึงมีความสนใจที่จะนำวัตถุดิบประเภทถั่วแดง เมล็ดบัว แห้ว พุทรา ถั่วดำ เผือก มันเทศ เห็ดหูหนูขาว ลูกเดือยและแป๊ะก๊วย มาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบถึงสภาวะของการเตรียมวัตถุดิบต่างๆ
2. เพื่อผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋องเชิงการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ขนมหวาน

ขนมหวาน หมายถึง อาหารที่มักรับประทานหลังอาหารหลัก โดยทั่วไปมีรสหวานมีปริมาณน้ำตาลสูง สามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลในเลือดได้อย่างรวดเร็ว บางครั้งใช้สำหรับรับประทานเพื่อล้างรสชาติจากอาหารคาว (Lamp, 1973)

1. ประเภทของขนมหวาน (ศิริลักษณ์, 2520) แบ่งขนมหวานไว้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ขนมประเภทผลไม้ต่างๆ ทั้งสดและสุก รับประทานกับน้ำกะทิ น้ำเชื่อม เช่น น้ำกะทิแตงไทย กล้วยบวดชี

1.2 ขนมประเภทที่มักทำในโอกาสพิเศษหรืองานมงคลต่างๆ เช่น งานแต่งงานใช้เวลาในการทำ และอาศัยความชำนาญ มากกว่าประเภทแรก ได้แก่ ขนมหม้อแกง ขนมประเภทนี้มีรสหวานมากกว่าประเภทแรก ประกอบด้วยส่วนผสมหลายชนิด เช่น แป้งข้าวเจ้า ข้าวโพดหวาน เผือก มัน ไข่ แยม และที่สำคัญ คือ น้ำกะทิ

2. วัตถุดิบสำหรับทำขนมหวาน สามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ประเภทผักและผลไม้ อาจจะอยู่ในลักษณะรับประทานสดหรือทำให้สุก โดยการต้ม นึ่ง ลวก เชื่อม เช่น แตงไทย กล้วย สับปะรด ฟุทรานเชื่อม แคนตาลูป ขนุน ฟักทอง มะยม ลูกท้อ เป็นต้น

2.2 ประเภทพืชหัวและรากที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมาก เช่น เผือก มันเชื่อม สาคูเม็ดเล็ก แห้ว เป็นต้น

2.3 ประเภทถั่วและเมล็ดพืช เช่น ถั่วแดง ถั่วเขียว ถั่วดำ ลูกตาล ลูกชิด เม็ดบัว เป๊ะก๊วย และมะพร้าวกะทิ เป็นต้น

2.3 ประเภทธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวเหนียว ลูกเดือย ลอดช่อง ทับทิมกรอบ บัวลอย เป็นต้น

2.2 เต้าทึง

เต้าทึงเป็นขนมหวานประเภทหนึ่งซึ่งคนจีนนิยมรับประทานแก้ร้อนในโดยรับประทานเป็นเต้าทึงร้อนหรือเต้าทึงเย็นก็ได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต้า หมายถึง ถั่วทุกชนิดทั้งที่ปลูกและมีอยู่ตามธรรมชาติ พบเห็นได้ทั่วไป เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วแดง ถั่วดำ เป็นต้น

ทึง หมายถึง น้ำที่ได้จากการเอาของลงไปต้ม เช่น น้ำแกง น้ำร้อน น้ำข้าว น้ำยา เป็นต้น

ดังนั้น เต้าทึง ในภาษาจีน คือ ถั่วต่างๆ ที่นำมาต้มแล้วมีน้ำ

2.3 กรรมวิธีในการผลิตอาหารกระป๋อง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้คือ

2.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ขั้นตอนนี้จะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เริ่มจากการทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกไป แล้วทำการคัดขนาดและความแก่อ่อน เพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงทำการตัดแต่งแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก เนื่องจากถั่วเมล็ดแห้งส่วนใหญ่มีเปลือกเหนียว เนื้อแข็ง มีใยอาหารมากและมีความชื้นต่ำ จึงต้องใช้เวลาในการหุงต้มนานกว่าอาหารประเภทอื่น ขั้นตอนต่างๆของการแปรรูปที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในถั่วเมล็ดแห้งมีดังนี้

1) <u>การแช่น้ำ</u> (ชลลดาและวราวุฒิ ,2539)

ถั่วเมล็ดแห้งที่มีเปลือกเหนียวและหนา จะต้องแช่น้ำให้เมล็ดถั่วนิ่มก่อน ทำให้ใช้เวลาในการต้มน้อยลง วิธีที่ปฏิบัติกันคือแช่ถั่วในน้ำเย็นค้างคืนหรือประมาณ 15 ชั่วโมงอาจจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้นได้ เนื่องจากเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสย่อยสลายได้สารไฮโดรเพอร์ออกไซด์ นอกจากนี้วิตามินที่ละลายในน้ำและเกลือแร่จะละลายออกมา การลดระยะเวลาของขั้นตอนนี้โดยต้มถั่วในน้ำเดือดประมาณ 2 นาทีและแช่ต่อไปในน้ำต้มถั่วอีก 1 ชั่วโมง จะลดการเปลี่ยนแปลงที่กล่าวถึงได้

2) <u>การต้ม</u>

ความร้อนจากการต้มช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากสารอาหารของถั่วให้ดียิ่งขึ้น เพราะความร้อนที่ระดับน้ำเดือด ทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติ จึงทำให้ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารได้ดี (เช่นเดียวกับการต้มเนื้อสัตว์ ไข่) ขณะเดียวกันก็ทำลายฤทธิ์ของสารขัดขวางคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นโปรตีน ซึ่งได้แก่ ทริปซินอินฮิบิเตอร์ เฮแมกกลูทินิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเอนไซม์กลูโคซิเทส (ซึ่งทำปฏิกิริยากับไซยาโนเจเนติกไกลโคไซด์ แล้วก่อให้เกิดกรดไฮโรไซยานิก)

ระดับความร้อนและเวลาของการทำให้สุกมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของสารอาหารต่างๆในเมล็ดถั่ว แต่การต้มถั่วแห้งนานเกินไปหรือใช้อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้คุณภาพของโปรตีนต่ำลง เพราะมีการสลายตัวของกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น ซิสทีน ไลซีน ทริปโทเฟน สำหรับไลซีนจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับน้ำตาลรีดิวซิงด้วย

ชนิดของน้ำที่ใช้ต้มถั่วมีผลต่อระยะเวลาในการสุกของถั่วโดยพบว่า น้ำกระด้างซึ่งมีแคลเซียมไอออน สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพกติกในถั่วเมล็ดแห้งได้เกลือเพกเตทที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้ต้องใช้เวลานานเพื่อทำให้ถั่วนิ่ม

การต้มถั่วจะเกิดการสูญเสียสารอาหารที่ละลายน้ำที่สำคัญคือ วิตามินและเกลือแร่ต่างๆ ดังนั้นจึงควรใช้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม

3) <u>การเชื่อม</u>

การเชื่อมมักจะทำกับผลไม้ โดยการนำผลไม้ต้มในน้ำเชื่อม จนกระทั่งผลไม้มีลักษณะนุ่มและเป็นประกาย ในระหว่างเชื่อมเซลของผลไม้จะซึมน้ำเชื่อมไว้ ซึ่งการซึมน้ำนี้จะต้องเป็นไปทีละน้อย ดังนั้นน้ำเชื่อมในตอนแรกควรใส ถ้าน้ำเชื่อมข้นเกินไป จะทำให้น้ำในเซลผลไม้ไหลออกมาโดยขบวนการออสโมซีส ทำให้ผลไม้เหี่ยวลง เหนียวหรืออาจจะแข็ง (ศิริลักษณ์, 2520)

ผลไม้เชื่อม ควรจะใสเป็นประกาย การใช้ไฟปานกลาง จะคงสีสวยของผลไม้ดีกว่าใช้ไฟอ่อน การใช้ไฟอ่อนจะทำให้ผลไม้มีสีคล้ำ รสชาติจัด ผลไม้เชื่อมจะมีสีใสเป็นประกาย จะต้องป้องกันมิให้เป็นฟองในขณะทำ โดยจะต้องไม่กลับบ่อย ให้ใช้วิธีตักน้ำเชื่อมราดรดแทน

สัดส่วนน้ำตาลต่อผลไม้ในการเชื่อมมักจะใช้ ¾ -1 ส่วนต่อผลไม้ 1 ส่วน โดยน้ำหนัก แต่สัดส่วนนี้ไม่แน่นอนทั้งนี้ขึ้นกับความเป็นกรดของผลไม้ด้วย เมืองไทยนิยมนำผลไม้และผักที่มีแป้งมากมาเชื่อม เช่น กล้วย มันเทศ เผือก การทำผลไม้เชื่อมปกติจะต้องใช้สัดส่วนน้ำตาลต่อน้ำตอนเริ่มต้น ซึ่งจะต่างกันไปตามชนิดผลไม้ ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อเชื่อมจนผลไม้นุ่ม สีใส เป็นประกาย จะต้องปิดขวดทันที แต่ปกตินิยมตั้งทิ้งไว้ให้น้ำเชื่อมค้างคืน เพื่อให้ผลไม้มีน้ำหนักคงตัวเพราะของเหลวจะซึมสู่กัน ทำให้ผลไม้อิ่มด้วยน้ำเชื่อมและมีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น น้ำเชื่อมจะใสขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การเตรียมน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ

ในกระบวนการบรรจุภาชนะของผักผลไม้ มักมีการเติมน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ ตามปกติน้ำเชื่อมจะใช้กับผลไม้ ส่วนน้ำเกลือจะใช้กับผัก น้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือที่เติมลงไป มีข้อดีคือ

1. ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนภายในภาชนะเกิดได้ดีขึ้น
2. ช่วยเก็บรักษาอาหารโดยสมบัติแรงดันออสโมติก
3. เข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุ ช่วยลดแรงดันจากการขยายตัวของอากาศในระหว่างให้ความร้อน
4. ช่วยปรับปรุงรสชาดและการยอมรับ
5. ช่วยกระจายสารที่ใช้ในปริมาณน้อย เช่นสีหรือกลิ่นรส
6. ช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักผลไม้บางชนิด เช่น แอปเปิ้ล แพร์ มันฝรั่ง

ตารางที่ 2.1 แสดงน้ำตาลต่อน้ำสำหรับเชื่อมผลไม้ไทย

ผลไม้	น้ำเชื่อมจากน้ำตาล : น้ำ โดยปริมาณ	หมายเหตุ
กล้วยไข่ห่าม	1:1	
ขนุน	1:1	1.กล้วยถ้าสุกต้องใช้น้ำเชื่อมข้นขึ้น
ฟักทอง	1:1	2.อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำเชื่อมประมาณ 105-110 องศาเซลเซียส
มะตูม	1:2	3.วัดเปอร์เซนต์น้ำเชื่อมด้วยรีแฟรคโตมิเตอร์ อยู่ในช่วง 70-80 เปอร์เซ็นต์
มันแกว	1:2	
มันฝรั่ง	1:1	
มันเทศ	1:2	
สาเก	1:2	

ที่มา : ศิริลักษณ์ (2520)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การเตรียมน้ำเชื่อม</u>

น้ำตาลที่นิยมใช้ในการบรรจุกระป๋องคือ น้ำตาลทราย ในกรณีที่ไม่ต้องคำนึงถึงสีของน้ำเชื่อม อาจใช้น้ำตาลที่ไม่ผ่านการฟอกสีจนขาวมากนัก แต่การใช้ต้องระมัดระวัง เพราะน้ำตาลที่ยังไม่ได้ผ่านการทำให้บริสุทธ์ อาจจะมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งจะทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ เกิดจุดด่างดำที่ผนังด้านในของกระป๋องและช่วยเร่งการผุกร่อนของกระป๋อง

การเตรียมน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทราย จะทำโดยการเตรียมน้ำเชื่อมเข้มข้น 60-65 องศาบริกส์ (Brix) ก่อนและให้ความร้อนจนน้ำตาลละลายหมด แล้วนำไปกรองผ่านผ้ากรอง จากนั้นจะนำไปเจือจางให้มีความเข้มข้นตามต้องการ อาจมีการใช้น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) ทดแทนน้ำตาลทราย 75 เปอร์เซนต์ ขึ้นไป

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมจะวัดในหน่วยของศาบริกส์ด้วยรีแฟรคโตมิเตอร์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (68 องศาฟาเรนไฮน์)

ในระหว่างการเตรียมน้ำเชื่อมจะต้องมีการควบคุมความเข้มข้นของน้ำเชื่อมให้ได้ตามต้องการ เพื่อมิให้ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมสุดท้ายในผลิตภัณฑ์สูงหรือต่ำกว่าที่กำหนดไว้ การใช้น้ำเชื่อมสูงหรือต่ำกว่าที่กำหนดจะมีผลต่อรสชาดของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นการใช้น้ำเชื่อมความเข้ม-ข้นสูงเกินกำหนดจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำตาลมากขึ้น การเก็บตัวอย่างน้ำเชื่อมเพื่อวัดความเข้มข้นจะต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของตัวอย่างเพราะจะมีผลต่อค่าความเข้มข้นที่อ่านได้

น้ำที่ใช้ในการเตรียมน้ำเชื่อมนิยมใช้น้ำอ่อนมากกว่าน้ำกระด้าง คาร์บอเนตและซัลเฟตในน้ำอาจทำให้เกิดตะกอนสีขาวในขณะต้ม เกลือของเหล็กซึ่งปะปนมากับน้ำตาล อาจทำให้น้ำเชื่อมมีสีคล้ำหรือเกิดตะกอนภายในภาชนะ

ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวมาก จะต้องใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นสูงกว่า นอกจากนั้นถ้าบรรจุอาหารในปริมาณมากกว่าในภาชนะขนาดเดียวกัน จะต้องใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นสูงเพราะระหว่างให้ความร้อนจะมีน้ำออกจากผลไม้มากกว่า

เครื่องมือใช้ในการเตรียมและขนถ่ายน้ำเชื่อม เช่น ถัง ท่อต่างๆ จะต้องระวังรักษาให้สะอาด ไม่ควรทิ้งน้ำเชื่อมค้างไว้ในท่อเป็นเวลาหลายวัน เพราะจะเกิดการบูดเสียจากจุลินทรีย์และน้ำเชื่อมเหล่านี้อาจจะปะปนมาผสมกับน้ำเชื่อมใหม่ที่เตรียมขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การบรรจุ (filling)

หมายถึง การใส่อาหารลงในภาชนะบรรจุ ในบางกรณีจะหมายถึง การเติมของเหลวลงในชิ้นอาหารแข็งซึ่งบรรจุอยู่แล้วในภาชนะ ในการบรรจุนั้นภาชนะบรรจุจะถูกล้างด้วยน้ำร้อนหรือใช้แปรงขัดและวางคว่ำไว้เพื่อให้สะเด็ดน้ำ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนภาชนะบรรจุจะถูกทิ้งไว้ในลักษณะนี้จนกว่าจะบรรจุจึงจะหงายขึ้น

การบรรจุอาจทำโดยใช้มือหรือใช้เครื่องจักร อาหารที่มีลักษณะบอบบาง เช่น หน่อไม้ฝรั่ง บรอคโคลี หรือผลไม้นิ่มๆ นิยมบรรจุด้วยมือและควบคุมการบรรจุด้วยเครื่องชั่ง อาหารที่ทนต่อแรงกลอาจบรรจุด้วยเครื่องจักร เครื่องบรรจุที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1) ปริมาณที่บรรจุแต่ละครั้งจะต้องสม่ำเสมอและถูกต้อง
2) ต้องไม่หกเลอะเทอะ แม้เมื่อใช้งานด้วยอัตราสูง
3) ไม่ปล่อยให้อาหารไหลออกมาเมื่อไม่มีภาชนะรองรับ
4) สามารถเปลี่ยนปริมาณบรรจุได้ง่าย สามารถใช้ได้กับภาชนะหลายขนาดด้วยอัตราเร็วต่างๆกัน
5) ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิด
6) ไม่มีซอกอับซึ่งเป็นที่สะสมของฝุ่นละอองรวมทั้งอาหารตกค้างและเป็นที่เจริญเติบโตของจุลินทรีย์
7) การออกแบบถูกสุขลักษณะ ส่วนที่สัมผัสกับอาหารจะต้องใช้วัสดุที่ไม่เกิดการกัดกร่อน

<u>เครื่องบรรจุอาจแบ่งตามลักษณะการใช้งานออกเป็น</u>

1. เครื่องบรรจุของเหลว (Liquid fillers) ใช้สำหรับการเติมน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ รวมทั้งน้ำผลไม้ที่มีความหนืดไม่มากนัก การเติมโดยอาศัยลูกสูบหรือระบบสุญญากาศหรือเติมด้วยเครื่องสูบผ่านหัวฉีด เครื่องบรรจุประเภทนี้จะทำงานโดยยึดอัตราการไหลของของเหลว ทำให้มีความถูกต้องในการบรรจุสูง

2. เครื่องบรรจุของเหลวข้น (Paste fillers) ใช้กับอาหารซึ่งมีความหนืดสูง หรือมีลักษณะกึ่งของเหลว เช่น เนื้อสัตว์บด หรือ ผักผลไม้ตีป่น (puree) การทำงานจะอาศัยระบบสกรูหรือลูกสูบ หรืออาจใช้เครื่องสูบได้เช่นเดียวกับการบรรจุของเหลว อาหารประเภทนี้มักจะทำให้เกิดการกักเก็บอากาศในขณะบรรจุ ซึ่งปัญหานี้อาจแก้ไขได้โดยการดึงอากาศออกก่อน (pre-vacuumising)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องบรรจุของแข็ง (Solid fillers) สามารถออกแบบให้เกิดการบรรจุได้หลายวิธี ขึ้นกับสภาพธรรมชาติของอาหาร อาจเป็นระบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ โดยมากมักจะทำโดยเติมจากกรวยหรือภาชนะอื่นที่มีปริมาตรตามต้องการ เครื่องมือเหล่านี้มักมีส่วนที่เติมน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ หลังจากบรรจุอาหารแข็งแล้วด้วย

การบรรจุไม่ว่าจะโดยการใช้เครื่องจักรหรือใช้คน จะต้องมีการควบคุมเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักที่เติมถูกต้องตามที่กำหนดไว้ เพราะจะมีผลต่อน้ำหนักสุทธิของอาหารและการถ่ายเทความร้อนในระหว่างฆ่าเชื้อ นอกจากนั้นจะต้องระวังให้ขอบกระป๋องสะอาดปราศจากอาหารติดอยู่ เพื่อให้สามารถผนึกตะเข็บได้สนิท สามารถป้องกันการปนเปื้อนภายหลังได้

2.3.4 ช่องว่างเหนืออาหารในภาชนะบรรจุ (Headspace)

ส่วนช่องว่างภายในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทนี้ เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในระบบการบรรจุ เนื่องจากในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ จะเกิดแรงดันขึ้นภายในจาก

1. อาหารภายในภาชนะขยายตัว
2. ความดันไอของน้ำภายในภาชนะบรรจุขยายตัว
3. อากาศและก๊าซอื่นในช่องว่างภายในภาชนะบรรจุขยายตัว

กรณีการบรรจุในกระป๋อง แรงดันภายในเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยการขยายตัวของกระป๋องและการโป่งพองของฝากระป๋องซึ่งรีดลอนไว้ การบรรจุอาหารเต็มแน่นภายในภาชนะบรรจุจะทำให้เกิดแรงดันภายในมากเมื่อให้ความร้อน จึงต้องเหลือช่องว่างภายในไว้ส่วนหนึ่ง ช่องว่างนี่จะช่วยรองรับการขยายตัวของอาหารและก๊าซภายในและยังช่วยในการถ่ายเทความร้อน ในกรณีที่มีการพลิกกลับภาชนะไปมาในระหว่างการให้ความร้อน

สำหรับช่องว่างในส่วนนี้ มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 ประการ ซึ่งต้องมีการควบคุมในการบรรจุและปิดผนึก คือ

1. <u>ชนิดและปริมาณของก๊าซในช่องว่าง</u> โดยปกติมักจะเป็นอากาศ แต่ในกรณีอาจบรรจุไนโตรเจนหรือก๊าซเฉื่อยแทนอากาศ

2. <u>ปริมาตรช่องว่าง</u> โดยทั่วไปปริมาตรของช่องว่างจะต้องควบคุมไม่ให้ต่ำกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรภาชนะบรรจุ

โดยวัดที่อุณหภูมิ (ประมาณ 130 องศาฟาเรนไฮน์) สำหรับอาหาร ซึ่งต้องผ่านการฆ่าเชื้อที่ 240-250 องศาฟาเรนไฮน์ ปกติจะเหลือช่องว่างไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ ของปริมาตรภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุ การวัดช่องว่างจะวัดได้ 2 ค่า คือ gross headspace (GHS) หมายถึง ระยะทางจากขอบบนส่วนโค้ง หรือตะเข็บจนถึงผลิตภัณฑ์และ net headspace หมายถึง ระยะจริงจากฝาถึงผลิตภัณฑ์ มีการคำนวณความสูงของ GHS สูงสุดสำหรับกระป๋องแต่ละขนาดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 แสดงค่า GHS สูงสุดสำหรับกระป๋องแต่ละขนาด

ขนาด	ชื่อกระป๋อง	GHS สูงสุด(นิ้ว)
211x400	เบอร์ 1 (ปีกนิก)	18/32
303x406	เบอร์ 303	19/32
307x306	เบอร์ 2 (สุญญากาศ)	16/32
307x409	เบอร์ 2	19/32
401x411	เบอร์ 2 ½	20/32
603x700	เบอร์ 10	27/32

ที่มา : Heid & Joslyn (1963)

ปริมาตรช่องว่างนี้จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ ถ้าปริมาตรช่องว่างน้อยเกินไป แสดงว่าบรรจุอาหารมากเกินไป เวลาฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้อาจไม่เพียงพอ โดยเฉพาะสำหรับกระบวนการฆ่าเชื้อที่มีการพลิกกลับภาชนะ ถ้าปริมาตรช่องว่างน้อยเกินไป จะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายใน เพราะจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ค่า F_0 ของกระบวนการลดลงด้วย

ในกรณีกลับกัน ถ้าช่องว่างเหนืออาหารมากเกินไป จะทำให้น้ำหนักสุทธิของอาหารต่ำกว่ากำหนด ซึ่งเป็นการผิดกฎหมาย นอกจากนั้นยังทำให้อากาศเหลืออยู่ภายในภาชนะบรรจุมากเกินไป ออกซิเจนในอากาศจะทำให้อาหารที่บรรจุภายในเกิดการเสื่อมเสีย และภาชนะบรรจุอาจเกิดการกัดกร่อน

3. <u>สภาวะความดันภายในช่องว่างเหนืออาหาร</u> ความดันในช่องว่างเหนืออาหารนั้นจะต้องต่ำกว่าความดันของบรรยากาศภายนอก หรือเรียกว่าเป็น "สุญญากาศ" ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการไล่อากาศออกจากช่องว่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 สุญญากาศ (Vacuum)

สุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ คือ ผลต่างของความดันภายในภาชนะบรรจุกับความดันของบรรยากาศภายนอก เช่น ถ้าความดันบรรยากาศภายนอกเป็น 29.5 นิ้วปรอท ความดันภายในภาชนะบรรจุเป็น 17 นิ้วปรอท สุญญากาศจะมีค่า 12.5 นิ้วปรอท ดังนั้นถ้าความดันภายในภาชนะบรรจุเท่ากับความดันบรรยากาศภายนอก ค่าสุญญากาศจะเป็น 0 และถือว่า ถ้าสามารถไล่อากาศหรือก๊าซอื่นๆออกจากภายในภาชนะบรรจุจนหมด ค่าสุญญากาศจะเป็น 30 นิ้วปรอท

ในกระบวนการบรรจุกระป๋อง จำเป็นจะต้องทำให้เกิดสภาวะสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ เนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ

1. เพื่อให้ฝาของภาชนะบรรจุ เช่น ฝากระป๋องของภาชนะบรรจุ เช่น ฝากระป๋องหรือฝาขวดมีลักษณะโค้งเว้าเข้าด้านในตลอดช่วงอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะที่ชี้ให้เห็นว่าอาหารภายในยังมีสภาพดีอยู่ และจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพราะตามปกติการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์จะเกิดก๊าซขึ้นภายในและดันฝาภาชนะบรรจุให้โป่งออก ยกเว้นในกรณีการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ในกลุ่ม flat sour ถ้าฝากระป๋องบวมเนื่องจากมีสุญญากาศน้อยเกินไป แม้ว่าอาหารจะไม่เสื่อมเสีย แต่ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับ

2. ช่วยลดปริมาณออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ การลดปริมาณออกซิเจน จะเป็นการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ภายในหลายประการ เช่น ลดการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันและวิตามิน ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงอาหารบางชนิดและยังช่วยลดการกัดกร่อนภายในภาชนะบรรจุอีกด้วย

3. ช่วยลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อน เพื่อฆ่าเชื้อ ทำให้ส่วนฝาภาชนะบรรจุไม่เกิดการบิดเบี้ยว เสียรูปทรง หรือไม่เกิดรอยรั่วที่ตะเข็บ นอกจากนั้นการลดความดันภายในจะจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น ผักที่บรรจุภายใต้สุญญากาศ ในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ สุญญากาศจะมีบทบาทในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อ เนื่องจากภายในภายในภาชนะบรรจุจะใส่น้ำเกลือเพียงเล็กน้อยไม่ท่วมชิ้นอาหาร การฆ่าเชื้อและการกระจายความร้อนภายในภาชนะจะเกิดเนื่องจากไอน้ำ ซึ่งได้จากการเดือดของน้ำเกลือภายในภาชนะ การทำให้เกิดสุญญากาศภายในจะช่วยทำให้น้ำเกลือเดือดได้เร็วขึ้น ระยะเวลาการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจะเกิดขึ้นกับสุญญากาศภายใน โดยปกติผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะต้องการสุญญากาศมากกว่า 20 นิ้วปรอท สุญญากาศที่ต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมที่ควรใช้ทุกๆ 1 นิ้วปรอท จะทำให้ประสิทธิภาพในการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อลดลง 5 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสุญญากาศภายในจะต้องมีค่าเหมาะสม สุญญากาศที่น้อยหรือมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสีย กล่าวคือ ถ้าสุญญากาศน้อยเกินไป จะทำให้กระป๋องหรือภาชนะบรรจุมีลักษณะบวม เนื่องจากแรงดันภายในของก๊าซที่ขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนระหว่างการฆ่าเชื้อ จะดันฝาภาชนะให้โป่งออก อาหารบางชนิดอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เกิดก๊าซไฮโดรเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างการเก็บ ถ้าสุญญากาศมีค่าน้อยเกินไป ก๊าซนี้จะดันฝาภาชนะบรรจุทำให้โป่งออก

ถ้าสุญญากาศภายในมีค่ามากเกินไปจะทำให้ภาชนะบุบ กรณีนี้มักเกิดกับภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่ เช่น กระป๋องเบอร์ 10 เนื่องจากมีพื้นผิวในการรับแรงกดของบรรยากาศมาก ความหนาของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่ใช้ตามปกติไม่สามารถทนต่อแรงกดนี้ได้ สำหรับภาชนะบรรจุขนาดเล็ก เช่น กระป๋องเบอร์ 2 และกระป๋องที่มีขนาดเล็กกว่า พื้นที่ฝาจะลดลงทำให้ความหนาของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่ใช้กันอยู่เพียงพอที่จะรับแรงกด กระป๋องไม่บุบแม้ว่าจะไล่อากาศออกจากส่วนช่องว่างเหนืออาหารจนหมด

2.3.6 การไล่อากาศ (Exhausting)

สุญญากาศภายในภาชนะบรรจุจะเกิดจากการไล่อากาศจากส่วนช่องว่างเหนืออาหารก่อนทำการปิดผนึกภาชนะบรรจุ การไล่อากาศที่ใช้กันโดยทั่วไปจะมี 4 วิธีคือ

1. <u>การบรรจุอาหารขณะร้อน</u> (Hot filling) ใช้กับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบและต้องผ่านการให้ความร้อนก่อนบรรจุ เช่น ซุปข้าวโพด สตู ผัก ผลไม้ตีป่น (purce) น้ำมะเขือเทศ และอาหารเด็กอ่อน เป็นต้น การบรรจุอาหารที่อุณหภูมิใกล้จุดเดือดของน้ำจะทำให้เกิดความดันไอของไอน้ำประมาณ 1 บรรยากาศในส่วนช่องว่างภายใน ดังนั้นถ้ารีบปิดผนึกฝาและทำให้เย็น ไอน้ำจะควบแน่นทำให้เกิดสุญญากาศขึ้นได้ นอกจากนั้นสุญญากาศยังเกิดขึ้นเนื่องจากการหดตัวของอาหารเมื่อถูกทำให้เย็นอีกด้วย วิธีนี้เป็นวิธีซึ่งใช้ได้ผลในการลดปริมาณก๊าซในช่องว่างภายในภาชนะ และในเนื้ออาหาร นอกจากนี้ยังเป็นการให้ความร้อนเบื้องต้น (preheat) กับอาหาร ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อลงได้ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ ในการบรรจุ ถ้าภาชนะและฝาไม่ถูกทำให้ความร้อนก่อนบรรจุ ภาชนะบรรจุนี้จะดึงความร้อนส่วนหนึ่งจากอาหารเพื่อเพิ่มอุณหภูมิตัวเอง ทำให้เกิดอุณหภูมิต่ำบางแห่งภายในภาชนะและเกิดสุญญากาศน้อย นอกจากนั้นถ้าเกิดการล่าช้าในระหว่างการบรรจุและการปิดผนึกฝา จะทำให้เกิดสุญญากาศน้อยเช่นเดียวกัน โดยทั่วไปนิยมบรรจุที่ 160-180 องศาฟาเรนไฮน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไล่อากาศแบบนี้เหมาะที่จะใช้กับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน ในการบรรจุ ปัจจัยที่มีผลต่อสุญญากาศที่จะเกิดขึ้นคือ อุณหภูมิของอาหารขณะบรรจุและปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารภายในภาชนะ การบรรจุที่อุณหภูมิสูงและหรือมีช่องว่างเหนืออาหารน้อย จะทำให้สุญญากาศภายในภาชนะมากขึ้น

2. การใช้ความร้อน (Thermal exhausting) จะทำโดยนำภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วอาจเปิดฝาหรือปิดฝาเพียงบางส่วน ผ่านอ่างน้ำร้อนหรือห้องไอน้ำที่เรียกว่า exhaust box ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ อาหารและภาชนะบรรจุจะถูกทำให้มีความร้อนจนมีอุณหภูมิ 80-95 องศาเซลเซียส แล้วรีบนำไปปิดฝาทันที วิธีนี้ไม่ทำให้เกิดอุณหภูมิต่ำในบางที่เหมือนกับการบรรจุขณะร้อน เหมาะสำหรับอาหารซึ่งมีการแผ่กระจายความร้อนแบบการพาความร้อน เช่น ผักผลไม้ในน้ำเกลือหรือน้ำเชื่อม น้ำผลไม้ เป็นต้น ซึ่งจะมีการเพิ่มอุณหภูมิของอาหารได้รวดเร็ว สำหรับอาหารที่มีการแผ่กระจายความร้อนแบบการนำความร้อนก็อาจใช้วิธีนี้ได้ แต่จะต้องให้ความร้อนเป็นเวลานานกว่าอุณหภูมิของอาหารจะสูงขึ้นถึงอุณหภูมิที่กำหนด การไล่อากาศด้วยความร้อนนี้อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ เนื่องจากจะต้องไม่ปิดฝาภาชนะหรือปิดฝาบางส่วนในขณะให้ความร้อนจึงต้องมีการระมัดระวัง วิธีนี้มักใช้ควบคู่ไปกับการบรรจุในขณะร้อน การไล่อากาศโดยใช้ exhaust box จะมีข้อเสียอีกประการคือ เครื่องมือขนาดใหญ่ กินเนื้อที่และต้องใช้ไอน้ำในปริมาณมาก

สำหรับการให้ความร้อน สุญญากาศจะเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุผลเดียวกับการบรรจุขณะร้อน ดังนั้นทั้งอุณหภูมิอาหารขณะปิดฝา และปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารจะมีผลต่อสุญญากาศภายในเช่นเดียวกับการไล่อากาศ โดยการบรรจุขณะร้อน

3. การใช้วิธีกล (Mechanical exhausting) ทำโดยการปิดผนึกภาชนะที่บรรจุอาหารแล้วภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งเกิดจากเครื่องมือกล โดยไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนกับอาหาร สามารถใช้กับอาหารหลายชนิด และเหมาะสมสำหรับอาหารซึ่งไม่ทนต่อความร้อนหรืออาหารแห้ง สำหรับการใช้กับอาหารเหลวที่มีอากาศละลายอยู่ เช่น น้ำผลไม้หรือผักผลไม้ในน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ ถ้าการผลิตมีอัตราเร็วสูง การทำให้เกิดสุญญากาศก่อน (prevacuumization) โดยบรรจุชิ้นอาหารแข็งลงในภาชนะบรรจุ แล้วดึงอากาศออกให้เกิดสุญญากาศ 20-27 นิ้วปรอท ก่อนจึงเติมน้ำเชื่อมให้ได้ปริมาณตามต้องการแล้วจึงปิดฝา

วิธีนี้สามารถใช้เป็นระบบต่อเนื่องหรือแบบไม่ต่อเนื่อง สามารถทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุสูง เนื่องจากสุญญากาศที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากการหดตัวของอาหารหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบแน่นไอน้ำ ดังนั้นอุณหภูมิของอาหารในขณะปิดฝาและปริมาตรของช่องว่างเหนืออาหารจะไม่มีผลต่อสุญญากาศที่เกิดขึ้น แต่การใช้วิธีกลนี้ไม่เหมาะกับอาหารที่มีความหนืดสูงเพราะจะเก็บกักอากาศไว้ภายในเนื้ออาหารได้ง่าย รวมทั้งไม่เหมาะที่จะใช้กับอาหารซึ่งปล่อยก๊าซออกมาในขณะให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ เช่น สตอเบอรี่ในน้ำเชื่อม เป็นต้น

4. การฉีดไอน้ำเข้าไปในส่วนช่องว่างก่อนปิดฝา (Steam flow closing) สำหรับอาหารที่มีการแผ่กระจายความร้อนแบบการนำความร้อน เช่น เนื้อสัตว์ บรรจุในภาชนะ การเพิ่มอุณหภูมิจะช้าและมีไอน้ำในช่องว่างเหนืออาหารไม่เพียงพอ การไล่อากาศจะทำโดยการฉีดไอน้ำเข้าไปแทนที่อากาศในส่วนช่องว่างเหนืออาหาร หลังจากฉีดไอน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด ฝาภาชนะซึ่งถูกทำให้ร้อนก่อนแล้วจะเลื่อนมาเข้าที่ พร้อมกับการปิดผนึกฝาโดยอัตโนมัติ หลังจากไอน้ำควบแน่นจะเกิดสุญญากาศภายในช่องว่างเหนืออาหารได้ วิธีนี้ไม่สามารถไล่อากาศซึ่งอยู่ภายในเนื้ออาหารออกได้ ดังนั้นก่อนเข้ากระบวนการไล่อากาศด้วยวิธีนี้จะนิยมการทำให้เกิดสุญญากาศก่อน หรือใช้ควบคู่ไปกับการบรรจุขณะร้อน

2.3.7 การปิดผนึก (seaming)

สำหรับกระป๋องโลหะจะมีการยึดกันระหว่างฝาและขอบกระป๋อง หลังการผนึกเป็นแบบตะเข็บคู่ (double seam) การปิดผนึกนี้จะต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการรั่วของภาชนะบรรจุ

2.3.8 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Heat Sterilisation)

การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเป็นหน่วยปฏิบัติซึ่งอาหารจะถูกให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงและใช้เวลานานเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ไม่ต้องการในอาหาร อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้วควรมีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือนขึ้นไปที่อุณหภูมิห้อง การฆ่าเชื้อในระยะแรก จะทำโดยบรรจุอาหารในภาชนะที่ปิดสนิท จากนั้นจึงนำไปให้ความร้อน แต่การฆ่าเชื้อในภาชนะบรรจุนี้ จะต้องใช้สภาวะการให้ความร้อนที่รุนแรง ทำให้สูญเสียคุณภาพด้านโภชนาการและคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของอาหาร จึงมีการพัฒนากระบวนการฆ่าเชื้อ โดยใช้อุณหภูมิสูงและใช้เวลาน้อยลง หรือโดยการฆ่าเชื้ออาหารที่อุณหภูมิสูงใช้เวลาสั้นก่อนแล้วจึงบรรจุอาหารนั้นลงในภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) ซึ่งกระบวนการนี้รู้จักกันดีในชื่อของกระบวนการยูเอชที (UHT process)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฆ่าเชื้อในภาชนะบรรจุ (In-container sterilisation)

อาหารส่วนใหญ่จะบรรจุในกระป๋องโลหะ ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมเรียกกระบวนการนี้ว่า การบรรจุกระป๋อง (canning) ต่อมาภาชนะบรรจุที่ใช้มิได้จำกัดแต่กระป๋องโลหะอย่างเดียว แต่อาจใช้ภาชนะบรรจุซึ่งสามารถปิดสนิทชนิดอื่น เช่น ขวดแก้ว หรือถุงลามิเนทแทนกระป๋อง แต่กระบวนการก็ยังคงเรียกว่าการบรรจุกระป๋องเช่นเดิม

การบรรจุกระป๋องสามารถใช้กับอาหารได้หลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ เป็นต้น หลังจากผ่านกระบวนการที่ถูกต้อง สามารถเก็บอาหารไว้ได้เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี ที่อุณหภูมิห้อง จึงนับว่าเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารซึ่งสามารถช่วยเก็บรักษาอาหารไว้ได้เป็นเวลานานที่สำคัญอย่างหนึ่ง

ทฤษฎี

การทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ระยะเวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อในอาหารจะขึ้นอยู่กับ

1) การทนความร้อนของจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหาร
2) สภาวะในการให้ความร้อน
3) ความเป็นกรดด่างของอาหาร
4) ขนาดของภาชนะบรรจุ
5) ลักษณะทางกายภาพของอาหาร

ในการคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้ออาหาร สิ่งจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ คือ อัตราการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในอาหารและความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ มีการแบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะการถ่ายเทความร้อนและลักษณะการบรรจุของอาหารกระป๋องไว้ดังนี้ คือ

1. ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบพาอย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาฆ่าเชื้อ เช่น น้ำผัก น้ำผลไม้ นม ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม ผักบรรจุน้ำเกลือ เนื้อบรรจุในน้ำเกลือซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ถ้ามีชิ้นใหญ่จะมีการพาความร้อนช้าลง

2. ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาแต่ช้ากว่าแบบแรก เช่น ผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ที่บรรจุแน่นขึ้น ทำให้มีน้ำซึ่งเป็นตัวพาความร้อนลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลิตภัณฑ์ที่การถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนแปลงจากการพาความร้อนเป็นการนำความร้อน ในระหว่างการฆ่าเชื้อ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซุปบางชนิด หรืออาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบอยู่มาก

4. ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำตลอด เช่น ผักที่บรรจุแน่นโดยไม่มีของเหลว ครีมซุป ผลิตภัณฑ์ในซอสเข้มข้น แยม คอร์นบีฟและแซนวิชสเปรดเป็นต้น

5. ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ แล้วเป็นการพาความร้อนในช่วงหลังของการให้ความร้อน พบได้ในอาหารที่มีการสลายของเจล เช่น พุดดิ้งและน้ำมะเขือเทศบางชนิด

จากลักษณะของอาหารเช่น ขนาดของชิ้นอาหาร ความหนืด จะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนภายในแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วยได้แก่ รูปร่าง ขนาดภาชนะบรรจุ และลักษณะการเรียง

<u>อัตราการถ่ายเทความร้อน</u>

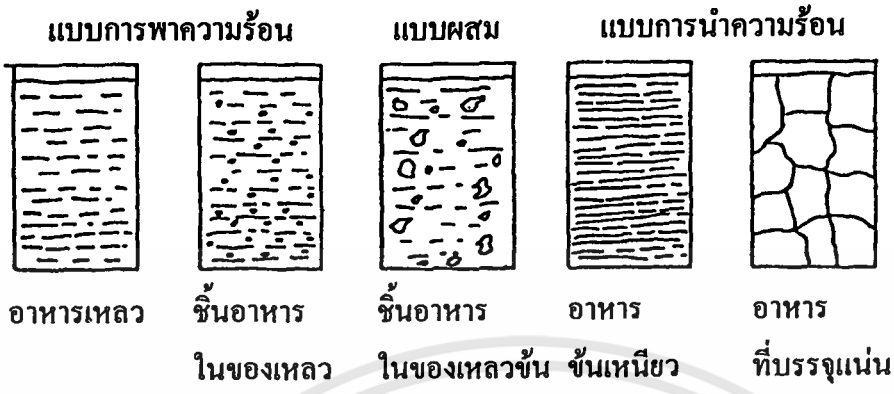
เป็นปัจจัยอีกประการหนึ่งที่จะต้องรู้ในการคำนวณระยะเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อสำหรับอาหาร คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากตัวกลางให้ความร้อนไปยังภาชนะบรรจุและผ่านเข้าไปยังอาหารที่บรรจุอยู่ ตามปกติสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวจะมีค่าสูงมากและไม่เป็นปัจจัยที่จำกัดการถ่ายเทความร้อน ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าไปสู่อาหารภายในภาชนะบรรจุ คือ

1) <u>ลักษณะของอาหารที่บรรจุอยู่</u> ลักษณะทางกายภาพของอาหารที่บรรจุภายในจะมีผลต่อลักษณะการถ่ายเทความร้อนภายใน ซึ่งสามารถแบ่งการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายในภาชนะบรรจุออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน แบบการนำความร้อน และแบบที่มีการเปลี่ยนจากการพาเป็นการนำความร้อน ซึ่งเรียกว่า breaken heating curve

อาหารที่การถ่ายเทแบบการพาความร้อน จะมีลักษณะเป็นอาหารเหลวที่มีความหนืดไม่มากหรือเป็นชิ้นของแข็งในของเหลว เช่น น้ำผลไม้ต่างๆ ผักผลไม้ในน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ การเพิ่มอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุรวดเร็ว ถ้าอาหารมีความหนืดเพิ่มขึ้นเช่น ซุปข้าวโพด หรือผักที่มีปริมาณแป้งไม่สูงมากนัก อัตราการถ่ายเทความร้อนจะลดลง แสดงดังภาพที่ 1

อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน จะมีลักษณะเป็นอาหารแข็งซึ่งมีความชื้นสูงและมีส่วนของของเหลวซึ่งไหลไปมาน้อย เช่น ซุปข้น หรือผักผลไม้ตีป่น (puree) ซึ่งข้นมากๆ น้ำผลไม้เข้มข้น แยม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะการส่งถ่ายความร้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร
ที่มา : Desrosier (1970)

อาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงการถ่ายเทความร้อนจากการพาความร้อนเป็นการนำความร้อน จะเป็นอาหารที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมาก ซึ่งในช่วงแรกของการให้ความร้อน แป้งยังไม่เกิดเจลาติไนซ์ การถ่ายเทความร้อนจะเป็นแบบการพาความร้อน แต่หลังจากที่แป้งเกิดเจลาติไนซ์ ความหนืดของอาหารจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้การถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนเป็นแบบการนำความร้อน

2) ขนาดของภาชนะบรรจุ ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังอาหารซึ่งอยู่กึ่งกลางภาชนะบรรจุขนาดเล็กได้เร็วกว่าในภาชนะขนาดใหญ่

3) การกวนหรือหมุนเวียนภายในภาชนะ ถ้าระหว่างการให้ความร้อนมีการพลิกกลับภาชนะ ช่องว่างภายในภาชนะจะเคลื่อนที่ไปมาภายใน ทำให้เกิดการกวนหรือหมุนเวียนของอาหาร อัตราการถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้น

4) อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเป็นผลให้ค่าอุณหภูมิต่างระหว่างอาหารกับตัวกลางให้ความร้อนจะมากขึ้น การถ่ายเทความร้อนจะเกิดได้มากขึ้น

5) รูปร่างของภาชนะบรรจุ กรณีที่การถ่ายเทความร้อนของอาหารภายในเป็นแบบการพาความร้อน ภาชนะทรงสูงจะช่วยให้การถ่ายเทความร้อนเกิดได้ดีขึ้น

6) วัสดุที่ทำภาชนะบรรจุ วัสดุที่มีการนำความร้อนได้ดีกว่า จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนภายในได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้ความร้อน แต่ละตำแหน่งภายในภาชนะบรรจุจะมีอัตราเพิ่มอุณหภูมิไม่เท่ากัน ตำแหน่งที่มีการเพิ่มอุณหภูมิช้าที่สุดจะเรียกว่า จุดที่มีการเพิ่มอุณหภูมิช้าที่สุด (cold point) ซึ่งตำแหน่งนี้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของภาชนะบรรจุและการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายใน สำหรับภาชนะบรรจุทรงกระบอก ถ้าอาหารที่บรรจุอยู่ที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน จุดนี้จะอยู่ที่จุดกึ่งกลางทางเรขาคณิตของภาชนะบรรจุ แต่ถ้าอาหารมีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน จุดนี้จะเปลี่ยนไป โดยทั่วไปจะอยู่บนแกนยาวกลางภาชนะและอยู่ห่างจากก้นภาชนะขึ้นประมาณ 1/3 ของความสูง ดังภาพที่ 2

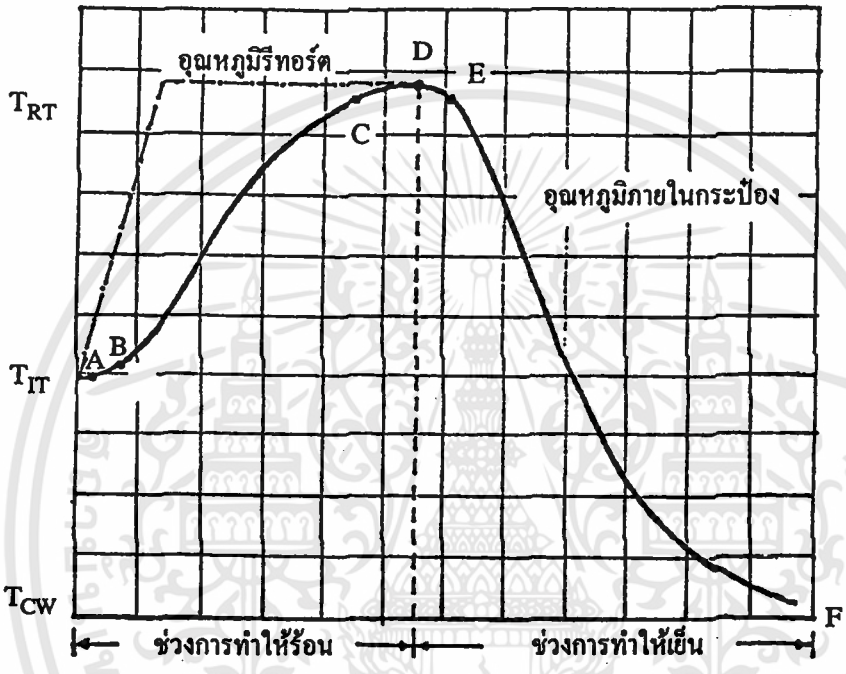
ภาพที่ 2 แสดงCold point ในภาชนะบรรจุทรงกระบอก สำหรับอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนและการพาความร้อน

ที่มา : Lamp (1973)

บริเวณที่มีการเพิ่มอุณหภูมิช้าสุดนี้ จะสอดเครื่องวัดอุณหภูมิไว้เพื่อติดตามการเพิ่มอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุ เพื่อให้คำนวณเวลาที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อต่อไป ในการให้ความร้อนที่มีการพลิกไปมาของภาชนะบรรจุ แม้ว่าลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารจะเป็นการพาความร้อน แต่จะวัดจุดที่มีการเพิ่มอุณหภูมิช้าที่สุดที่กึ่งกลางทางเรขาคณิตของภาชนะ เช่นเดียวกับกรณีการนำความร้อน เพราะการพลิกภาชนะบรรจุไปมา จะทำให้การกระจายความร้อนเกิดขึ้นทั่วถึงทั้งภายในภาชนะ

96964
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างขั้นตอนการทำลายจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋อง อุณหภูมิภายในกระป๋อง ซึ่งนิยมวัดจากจุดที่เย็นที่สุด จะมีการเปลี่ยนแปลงไป ตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนจนกระทั่งการทำให้เย็นลง รวมเรียกว่า วงจรของกระบวนการความร้อน (thermal process cycle) สามารถวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เพิ่มขึ้นได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะวงจรของความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้ออาหารบรรจุกระป๋อง

ที่มา : จิตธนา แข่มเมฆและคณะ (2540)

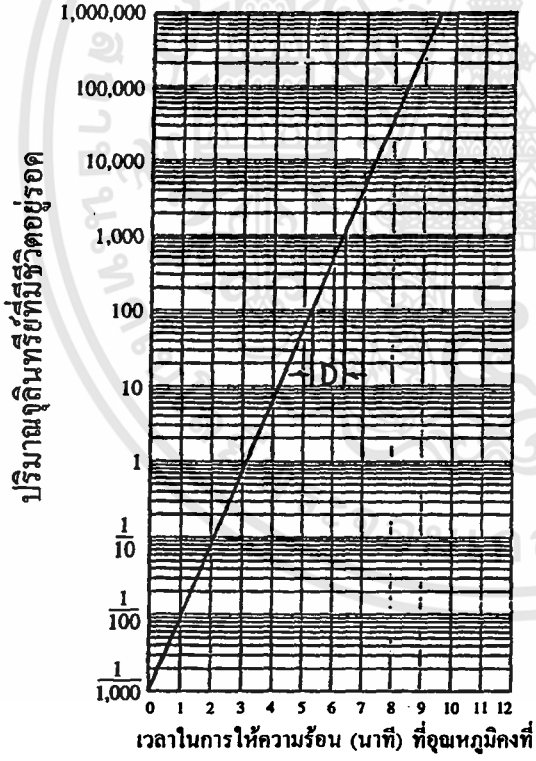
เมื่อนำอาหารบรรจุกระป๋องซึ่งมีอุณหภูมิ T_{IR} ใส่ลงในหม้อนึ่งความดัน (retord) ซึ่งมีอุณหภูมิ T_{RT} แล้วบันทึกอุณหภูมิในอาหารที่จุดเย็นที่สุดที่เวลาต่างๆพบว่า วงจรของกระบวนการความร้อนจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ช่วงการทำให้ร้อน (A-D) และช่วงการทำให้เย็น(D-F) โดยช่วงแรก (A-B) อุณหภูมิจะยังไม่เพิ่มขึ้นเพราะความร้อนยังแผ่กระจายเข้าไม่ถึงจุดที่วัด ต่อมาในช่วง B-C อุณหภูมิจึงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเริ่มเข้าใกล้อุณหภูมิของหม้อนึ่งความดันในช่วง C-D ที่จุด D เป็นจุดที่จะนำกระป๋องจากหม้อนึ่งความดันออกมาทำให้เย็น ซึ่งหลังจากจุด E นี้อาหารจะเริ่มมีอุณหภูมิลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิของน้ำที่ทำให้เย็น (T_{TW}) ที่จุด F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) <u>ความร้อนกับการทำลายจุลินทรีย์</u>

การกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง นอกจากจะต้องทราบลักษณะการถ่ายเทความร้อนภายในอาหารแล้ว จะต้องทราบความต้านทานต่อความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วย ความต้านทานความร้อน (heat resistance) คือ ปริมาณความร้อนสูงสุดซึ่งคิดเป็นความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่เชื้อจุลินทรีย์จะสามารถทนมีชีวิตอยู่ได้

เมื่อจุลินทรีย์ได้รับความร้อนอย่างต่อเนื่อง พบว่า จุลินทรีย์จะถูกทำลายหรือถูกทำให้ตายไป ช่วงการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์จะมีลักษณะเป็นลำดับล็อกกาลิทึม (logarithmic order) แสดงว่า อัตราส่วนปริมาณเชื้อที่เหลือต่อระยะเวลาจะลดลงในอัตราคงที่ ความสัมพันธ์ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่รอดกับเวลาในการให้ความร้อน เมื่อนำมาเขียนกราฟบนกระดาษล็อกด้านเดียว (semilog paper) โดยให้ปริมาณเซลล์จุลินทรีย์ที่มีชีวิตเหลืออยู่ในแกนล็อก (log) และเวลาที่ให้ความร้อนอยู่ในแกนธรรมดา จะได้กราฟเส้นตรง ซึ่งเรียกว่า กราฟอัตราการอยู่รอด (survivor curve) ของเชื้อจุลินทรีย์ ดังภาพที่ 4



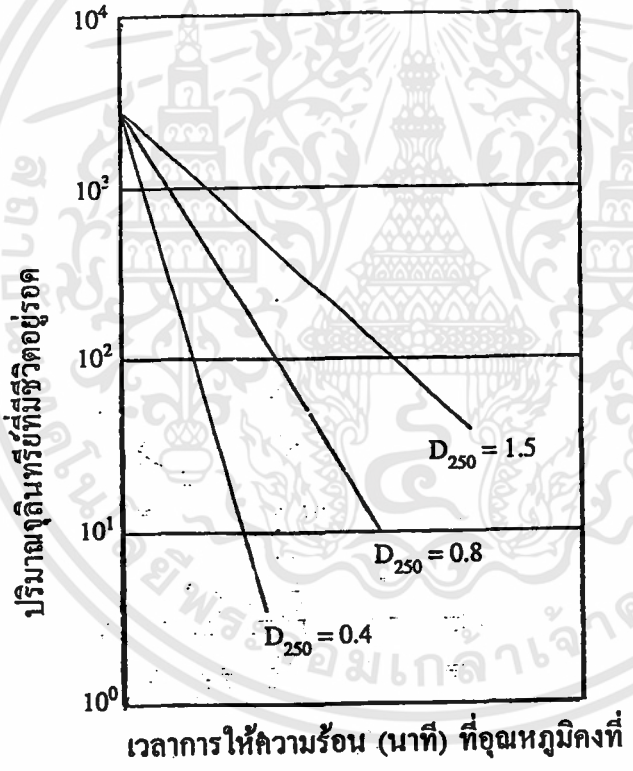
ภาพที่ 4 กราฟอัตราการอยู่รอด (survivor curve) ของเชื้อจุลินทรีย์

ที่มา : จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์จะแสดงเป็นค่า D (decimal reduction time) หมายถึงเวลาการให้ความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่งที่กราฟผ่าน 1 วงจรล็อก (log cycle) หรือ เป็นเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ไปได้ 90 เปอร์เซนต์ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ สัญลักษณ์ค่า D นิยมเขียนอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อกำกับไว้ด้วย เช่น D_{250} หมายถึง เวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ไป 90 เปอร์เซนต์ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮน์

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต้านทานความร้อนได้ไม่เท่ากัน จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้มากจะมีค่า D มากกว่าจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้น้อยที่อุณหภูมิเดียวกัน แสดงว่าต้องใช้เวลาในการทำลายจุลินทรีย์ปริมาณ 90 เปอร์เซนต์ นานกว่า ดังภาพที่ 5



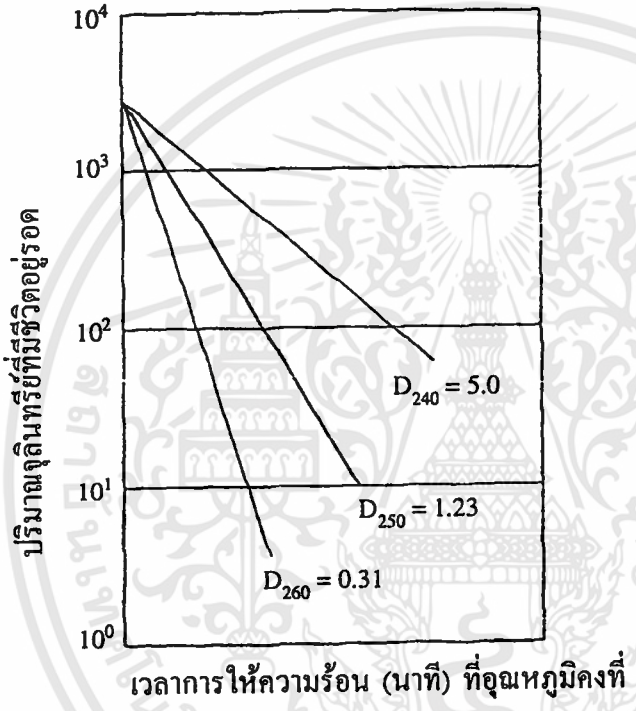
ภาพที่ 5 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ต่างชนิดที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส

ที่มา: จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17518

จากการเปรียบเทียบค่า D ของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าค่า D จะเป็นปฏิภาคกลับกับอุณหภูมิ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะมีค่า D น้อย คือความต้านทานความร้อนของเชื้อจะลดลง ดังภาพที่ 6



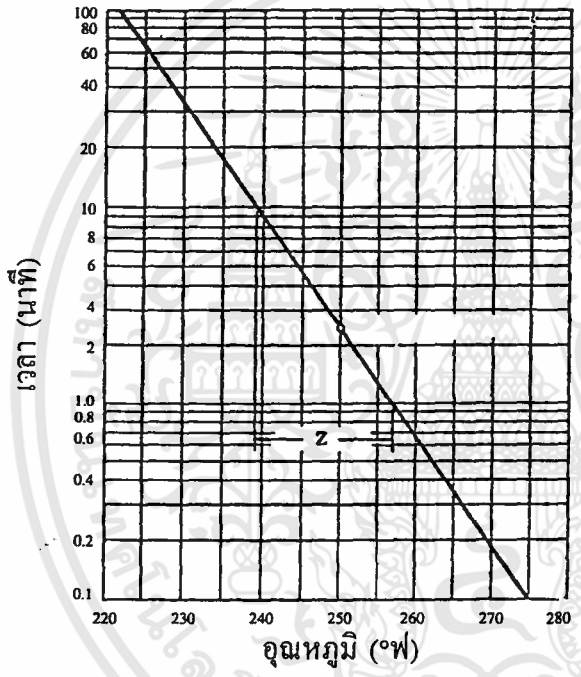
ภาพที่ 6 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิต่างๆ
ที่มา: จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ (2540)

เพื่ออธิบายเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร จะต้องทดลองใช้อุณหภูมิที่ระดับต่างๆกัน โดยแต่ละอุณหภูมิจะใช้เวลาฆ่าเชื้อต่างๆกัน หลังจากนั้นนำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่สภาวะต่างๆมาวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ ผลการทดลองจะทำให้ทราบจุดที่จุลินทรีย์สามารถทนต่อความร้อนและจุดที่จุลินทรีย์ถูกทำลายไปได้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟบนกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ล็อกด้านเดียวโดยให้เวลาอยู่บนแกนล็อก อุณหภูมิอยู่บนแกนนอนในสเกลธรรมดา โดยแต่ละอุณหภูมิจะบันทึกทั้งจุดที่เชื้อจุลินทรีย์ทนอยู่ได้และจุดที่เชื้อถูกทำลาย แล้วลากเส้นกลางระหว่างเส้นกราฟทั้งสอง เส้นกลางนี้จะอยู่เหนือจุดที่เชื้อทนอยู่ได้และต่ำกว่าจุดที่เชื้อถูกทำลาย ทั้งนี้เพื่อต้องการหาเวลาและอุณหภูมิที่สั้นที่สุดในการฆ่าเชื้อและทำให้อาหารนั้นปลอดภัย เส้นกราฟที่ลากได้ใหม่นี้จะเรียกว่า กราฟการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (TDT curve)



ภาพที่ 7 กราฟการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (thermal death time curve)

ที่มา: จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ (2540)

จากภาพที่ 7 จะทำให้สามารถทราบค่าที่มีความสำคัญต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารด้วยความร้อนเพิ่มขึ้นคือ ค่า Z ซึ่งได้จากค่าลบของเศษส่วนกลับของความลาดเอียงของกราฟ TDT เป็นค่าจำนวนขององศาฟาเรนไฮต์ที่เส้นกราฟผ่าน 1 วงจรของล็อก แสดงถึงการวัดความเปลี่ยนแปลงของ TDT curve และค่า F (thermal death time) หมายถึง จำนวนเวลาเป็นนาทีที่ทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ได้ ณ อุณหภูมิที่กำหนด นิยมเขียนค่า F โดยมีอุณหภูมิที่ใช้กำกับไว้ด้านล่าง และค่าZ อยู่ทางด้านบน เช่น F_{14}^{180} คือ เวลาเป็นนาทีที่ใช้อุณหภูมิ 180 องศาฟาเรนไฮน์ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่มีค่า Z เท่ากับ 14 ถ้าเขียนในรูป F_0 จะหมายถึง จำนวนเวลาเป็นนาทีที่ 250 องศาฟาเรนไฮน์ ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่มีค่า Z เท่ากับ 18 (F_{18}^{250}) ซึ่งปกติค่า Z จะเท่ากับ 18 อุณหภูมินี้จะเป็นค่า Z ของ *Cl. botulinum* ค่า F_0 ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า F_0 ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด

ผลิภัณฑ์อาหาร	ค่า F_0
ซุปมะเขือเทศ	3
ซุปข้าวโพด	5-6
ถั่วลันเตาในน้ำเกลือ	6-8
เนื้อในน้ำเกรวี	12-15

ที่มา : จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ (2540)

แต่การที่ทราบข้อมูลของความร้อนที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์เพียงพออย่างเดียวยังไม่สามารถนำข้อมูลนั้นไปใช้ในการผลิตอาหารกระป๋องได้ทันที ต้องนำข้อมูลนี้ไปรวมกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแผ่กระจายความร้อนเข้าไปในภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อคำนวณความร้อนที่จะใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารให้เก็บรักษาไว้ได้ การคำนวณความร้อนนี้ทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมกันทั่วไป คือ วิธีการทั่วไป (General method) เป็นวิธีที่มีการคำนวณโดยใช้กราฟซึ่งสามารถเข้าใจได้ง่าย แต่ใช้เวลามาก วิธีการใช้สูตร (Fomula method) และวิธีใช้โมโนแกรม (Nomogram)

กล่าวโดยสรุปการใช้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อ (thermal process) คือการกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้สำหรับอาหารที่บรรจุในภาชนะปิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนตามที่ได้คำนวณระดับของการสเตอไรซ์ (degree of sterility) ซึ่งปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพอาหารจากการทำลายด้วยความร้อนโดยพยายามให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด รักษาเนื้อสัมผัสไม่ให้นิ่มและเนื่องจากการได้รับความร้อนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกินไป ลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ไม่ต้องการในอาหาร รวมทั้งลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย

2) ความเป็นกรดด่างของอาหาร

เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการทนต่อความร้อนและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร คือ ความเป็นกรดด่างของอาหารจะสังเกตเห็นผลของกรดต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ชัดเจน เมื่ออาหารมีความเป็นกรดด่างหรือต่ำกว่า ทำให้ *Clostridium botulinum* และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษชนิดอื่น จะถูกยับยั้งที่ความเป็นกรดด่าง 4.5 ถ้าความเป็นกรดของอาหารต่ำกว่า 3.7 จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้จะเป็นพวก fungi เท่านั้น อาหารโดยทั่วไปจะมีความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 3.0-7.5 สามารถแบ่งกลุ่มของอาหารตามความเป็นกรดด่างออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีจุลินทรีย์สำคัญที่มักจะทำให้อาหารเสื่อมเสียคือ

กลุ่มที่ 1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low acid food) อาหารกลุ่มนี้ จะมีความเป็นกรดด่างมากกว่า 4.5 มี water activity มากกว่า 0.85 แต่ไม่รวมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ได้แก่ เนื้อสัตว์ อาหารทะเล นม และผักบางชนิด เช่น ข้าวโพด ถั่ว หน่อไม้ฝรั่ง ผักใบ รวมทั้งอาหารพวกซุป ซอส สตู สปาเกตตี้ เป็นต้น

กลุ่มนี้จะใช้อุณหภูมิสูงในการฆ่าเชื้อ คือใช้อุณหภูมิ 116-122 องศาเซลเซียส (240-252 องศาฟาเรนไฮน์) อาหารเหล่านี้มักจะเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายถ้าใช้เวลาฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

จุลินทรีย์สำคัญที่ทำให้อาหารกลุ่มนี้เกิดการเสื่อมเสีย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มที่ทนความร้อนสูง (Thermophiles) ซึ่งแบ่งเป็น
   - พวกที่ทำให้เกิด Flat sour ได้แก่ *Bacillus stearothermophilus*
   - พวกที่ต้องการอากาศและไม่ผลิต H_2S (Anaerobes not producing H_2S) ได้แก่ *Clostridium thermosaccharolyticum*
   - พวกที่ไม่ต้องการอากาศและผลิต H_2S (Anaerobes producing H_2S) ได้แก่ *Desulfotomaculum nigrificans*
2. กลุ่มที่ทนความร้อนปานกลาง (Mesophiles) แบ่งเป็น
   - พวกที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobes) ได้แก่ *Cl. butolinum* , *Cl. sporogenes* ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cl. butyricum , Cl. pasteurianum

- พวกที่เจริญได้ทั้งในที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobes) ได้แก่ *B. licheniformis , B. cereus , B. megaterim*

กลุ่มที่ 2 อาหารที่เป็นกรด (Acid food) จะมีความเป็นกรดด่างในช่วง 3.7-4.5 ได้แก่ มะเขือเทศ แพร์ มะเดื่อ สับปะรด และผลไม้ต่างๆ สำหรับผลไม้บางชนิดที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 4.5 มักจะใช้กรดอินทรีย์ที่ใช้กับอาหาร เช่น กรดซิตริกปรับให้มีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.5 ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 4.5 นี้ จะเป็นค่าที่ต่ำที่สุดที่สปอร์ของ *Clostridium botulinum* รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์อื่นอาจปะปนอยู่ และไม่ถูกทำลายด้วยความร้อนไม่สามารถเจริญเติบโต การฆ่าเชื้อจึงใช้อุณหภูมิต่ำคือ ที่ 100 องศาเซลเซียส ได้เช่นเดียวกับกลุ่มที่มีความเป็นกรดสูง

จุลินทรีย์สำคัญที่ทำให้อาหารในกลุ่มนี้เกิดการเสื่อมเสีย มักจะเป็นพวกที่สร้างสปอร์ ซึ่งแบ่งเป็น

- พวกที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobes) ได้แก่ *Cl. butyricum , Cl. pasteurianum*

-พวกที่เจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobes) ได้แก่ *B. coaguluns*

กลุ่มที่ 3 อาหารที่เป็นกรดสูง (High acid food) คือ อาหารที่มีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 3.7 ได้แก่ ผักดองต่างๆ , น้ำส้ม ฯลฯ จะถูกฆ่าเชื้อโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (121องศาฟาเรนไฮน์) โดยใช้เวลานานเพียงพอที่จะทำให้จุดที่มีอุณหภูมิต่ำสุดภายในภาชนะบรรจุมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

จุลินทรีย์สำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียจะไม่มีพวกแบคทีเรีย เพราะความเป็นกรดด่างต่ำเกินไป คงมีแต่ยีสต์และราบางชนิด คือ *Byssochlamys fulva* ซึ่งเป็นราที่ทนอุณหภูมิสูง และ *Penicillium striatum* อาจจะเพิ่มเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนจนอุณหภูมิที่จุดต่ำสุดเป็น 90 องศาเซลเซียส แทน 85 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียจากราในระหว่างการเก็บ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า pH มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและมีผลต่ออัตราการทำลายสปอร์ในระหว่างการให้ความร้อน ดังที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าอาหารที่มี pH ต่ำกว่า 4.6 สามารถแปรรูปได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า เนื่องจากสภาพของเซลล์แบคทีเรียง่ายต่อการถูกทำลายด้วยความร้อนภายใต้สภาพที่เป็นกรดเช่นนั้น (วราวุฒิ , 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิและเวลาที่ต้องใช้สำหรับการฆ่าเชื้อจะต่างกันไปขึ้นกับความเป็นกรดด่างของอาหารแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความเป็นกรดด่างของผักบรรจุกระป๋องบางชนิด

ผลิตภัณฑ์	ค่าความเป็นกรดด่าง
หน่อไม้ฝรั่ง	5.5-6.0
ถั่วแดง	5.9
ถั่วเหลือง	6.6
บีท	5.2-5.5
แครอท	5.1-5.3
ดอกกะหล่ำ	5.7-6.1
ข้าวโพด	6.1-6.3
เห็ด	6.2
มะกอก	6.9
ถั่วลันเตา	6.0-6.2
มันฝรั่ง	5.4-5.8
ฟักทอง	5.3
ผักโขม	5.4-6.0
ผักผสม	5.4-5.8

ที่มา : Holdsworth (1983)

จะเห็นได้ว่า จากการที่อาหารแต่ละชนิดมีค่าความเป็นกรดด่างที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีสภาวะในการผลิตที่แตกต่างกันไปด้วย

จุลินทรีย์สามารถเจริญในอาหารที่มีสภาพพีเอชค่อนข้างกว้าง ดังแสดงในตารางที่ 2.5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางสายพันธุ์ของจุลินทรีย์แต่ละชนิด ชนิดของสับสเตรด ชนิดของกรดหรือด่างที่ใช้ปรับสภาพพีเอชในอาหาร และปัจจัยอื่นๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Organism	pH		
	Minimum	Optimum	Maximum
Bacteria (most)	4.5	6.5-7.5	9.0
Acetobacter	4.0	5.4-6.3	—
Aeromonas	5.5	—	9.0
Bacillus subtilis	4.2-4.5	6.8-7.2	9.4-10.
Clostridium	4.6-5.0	—	—
C. botulinum	4.8-5.0	—	—
C. perfringens	—	6.0-7.6	8.5
C. sporogenes	5.0-5.8	6.0-7.6	8.5- 9.0
Erwinia carotovora	4.6	7.1	9.3
Escherichia coli	4.3-4.4	6.0-8.0	9.0-10.
Gluconobacter oxydans	4.0-4.5	5.5-6.0	—
Lactobacillus (most)	3.0-4.4	5.5-6.0	7.2- 8.0
L. acidophilus	4.0-4.6	5.5-6.0	7.0
L. plantarum	3.5	5.5-6.5	8.0
Leuconostoc cremoris	5.0	5.5-6.0	6.5
L. oenos	—	4.2-4.8	—
Pediococcus cerevisiae	2.9	4.5-6.5	7.8
Propionibacterium	—	6.5-7.0	—
Proteus vulgaris	4.4	6.0-7.0	8.4- 9.2
Pseudomonas (most)	5.6	6.6-7.0	8.0
P. aeruginosa	4.4-5.6	6.6-7.0	8.0- 9.0
Salmonella (most)	4.0-5.0	6.0-7.5	9.0
S. typhi	4.0-4.5	6.5-7.2	8.0- 9.6
S. choleraesuis	5.0	7.0-7.6	8.2
Serratia marcescens	4.6	6.0-7.0	8.0
Staphylococcus (most)	4.2	6.8-7.5	9.3
S. aureus	4.0-4.7	—	9.5- 9.8
Streptococcus (most)	—	6.2	—
S. lactis	4.1-4.8	6.4	9.2
Vibrio	6.0	—	9.0
V. cholerae	—	8.6	—
V. parahaemolyticus	4.8	—	7.8
Yeasts	1.5-3.5	4.0-6.5	8.0- 8.5
Candida krusei	1.5-2.0	—	—
C. albicans	2.2	—	9.6
Hansenula	—	4.5-5.5	—
Kluyveromyces	1.5-2.0	—	—
Pichia	1.5	—	—
Saccharomyces cerevisiae	2.0-2.4	4.0-5.0	—
Molds	1.5-3.5	4.5-6.8	8.0-11.
Aspergillus	—	3.0-6.8	—
A. niger	1.2	3.0-6.0	—
A. oryzae	1.6-1.8	—	9.0- 9.3
Botrytis cinerea	2.5	—	7.4
Mucor	—	3.0-6.1	9.2
Penicillium	—	4.5-6.7	—
Rhizopus nigricans	—	4.5-6.0	—

ที่มา : Banwart (1983)

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า พีเอชในอาหารซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมของเซลล์ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ในทางตรงกันข้ามจุลินทรีย์สามารถสร้างสภาพพีเอชให้กระทบต่อสภาพแวดล้อมของมันได้เช่นกัน ในกรณีนี้จะเห็นได้ว่าในระหว่างการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จะสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลมาจากกระบวนการเมทาบอลิซึมของมัน ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจมีสภาพเป็นกรดหรือด่างก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสับสเตรต ชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง และระยะเวลาในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดในกรณีนี้ เช่นกรณีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

lactic acid bacteria ซึ่งมีความสามารถในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต และเปลี่ยนให้เกิดเป็นกรดอินทรีย์ขึ้นมา กรดที่เกิดขึ้นจะมีผลทำให้พีเอชของอาหารลดต่ำลง อีกกรณีหนึ่งเป็นกรณีของ Pseudomonas ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนสูงดังที่กล่าวมา ดังนั้น เชื้อชนิดนี้จึงทำให้มีการผลิตแอมโมเนียออกมา ซึ่งส่งผลให้พีเอชของอาหารสูงขึ้น

2.3.9 การทำให้เย็น (Cooling)

หลังจากผ่านการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อแล้ว อาหารจะถูกทำให้เย็นลงบนกระป๋องหรือจุ่มกระป๋องลงในน้ำเย็นทันที ทั้งสองวิธีจะต้องใช้น้ำในปริมาณมาก แต่การฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นจะมีประสิทธิ์ภาพสูงกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสามารถเกิดการระเหยของน้ำที่ผิวกระป๋องได้ ทำให้ลดอุณหภูมิของกระป๋องต่ำกว่านี้ เนื่องจากถ้าลดอุณหภูมิต่ำเกินไป หลังจากนำขึ้นจากน้ำกระป๋องจะคงเปียกอยู่เป็นเวลานาน ทำให้เกิดสนิมขึ้นได้ อาหารซึ่งบรรจุในภาชนะที่เป็นแก้ว ไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ทันทีด้วยน้ำเย็นเหมือนอาหารในกระป๋อง เพราะทำให้แก้วแตกได้ การทำให้เย็นจึงต้องลดอุณหภูมิลงเป็นระดับๆเพื่อป้องกันไม่ให้แก้วแตก

น้ำที่ใช้ทำให้เย็นนี้อาจนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ในน้ำนี้จะเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ในระหว่างการทำให้เย็น ถ้าภาชนะบรรจุรั่ว(leakage) เนื่องจากข้อผิดพลาดในขั้นตอนการทำกระป๋องหรือข้อผิดพลาดในระหว่างการแปรรูป ซึ่งอาจทำให้เกิดรูที่กระป๋องก็เป็นได้ จะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียในกลุ่มที่ไม่สร้าง สปอร์ (nonsporeformers)ในอาหาร ทำให้เกิดอาหารเสื่อมเสียหรือในการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว แม้ว่ากระป๋องจะไม่รั่ว แต่ภายในกระป๋องจะเกิดสุญญากาศทันที พร้อมกับยางกันรั่วที่ตะเข็บกระป๋องยังไม่แข็งตัว น้ำที่ใช้ทำให้เย็นอาจซึมผ่านเข้าไปในกระป๋องได้บ้าง ถ้าในน้ำมีปริมาณจุลินทรีย์สูง โดยเฉพาะน้ำที่นำกลับมาใช้ซ้ำอีก จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทำให้อาหารเสียได้ ดังนั้น น้ำที่ใช้ทำให้เย็นจะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ต่อ

การลดปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำที่ใช้ทำให้เย็นโดยปกติจะทำโดยเติมคลอรีน โดยคำนวณให้มีคลอรีนอิสระในน้ำ 1-2 ส่วนในล้านส่วน บางครั้งอาจใช้ปริมาณสูงถึง 3 ส่วนในล้านส่วน แต่การใช้ปริมาณคลอรีนสูงเกินไป อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนของดีบุกซึ่งเคลือบกระป๋องได้

2.4 Sequestering agents

Sequestering agents หรือ sequestrants หรือ chelating จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารอีกชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหาร sequestrants จะเป็นสารที่ช่วยให้สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์คงตัว โดย sequestrants จะไปทำปฏิกิริยากับโลหะในอาหาร ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้คุณสมบัติและปฏิกิริยาของโละในอาหารนั้นเปลี่ยนไป

การที่ปฏิกิริยาของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน จะเกิดขึ้นได้ดีแค่ไหนจะขึ้นกับปัจจัย 2 ประการ คือ

1. Chelating agent จะต้องมี steric และ electronic configulation ซึ่งจะทำให้โลหะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้

2. สภาพแวดล้อม เช่น ความเป็นกรด-ด่าง inonic strength และความสามารถในการละลาย เป็นต้น ที่ควรจะอยู่ในสภาพที่พอเหมาะที่จะทำให้มีการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้

ตามปกติโลหะที่พบตามธรรมชาติในอาหารนั้น มักจะอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อน ตัวอย่าง เช่น แมกนีเซียมที่พบในพืช จะอยู่ในรูปของ metal complex chlorophyll เหล็กที่พบในสัตว์ จะอยู่ในรูปของ ferritin และ porphyrin complex หรือ ใน haemoglobin โคบอลต์ในวิตามินบี 12 ทองแดง สังกะสีและแมงกานีสในเอนไซม์ต่างๆ โลหะที่กล่าวนี้ เมื่อผ่านการแปรรูปจะถูกปล่อยออกมาและจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบอินทรีย์ต่างๆในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อและคุณภาพของอาหารผิดปรกติไปได้

อาหารที่นิยมใช้ sequestrants ใส่ลงในอาหาร เพื่อช่วยให้คุณภาพคงตัว ได้แก่

ก. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ

ข. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผักและผลไม้

ค. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทมันฝรั่ง

ง. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทปลา หอย กุ้งและปู

จ. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเครื่องดื่ม

ฉ. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนม

ช. ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อ

ซ. ไวตามินต่างๆ

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผักและผลไม้และผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเครื่องดื่มเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผักและผลไม้

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ จะมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างกรรมวิธีการผลิต ได้แก่การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจจะเกิดกับผลิตภัณฑ์รอบบริเวณแฉพาะแห่ง เช่น สีอาจซีดหรือคล้ำไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรสนั้น อาจจะเกิดเนื่องจากกลิ่นและรสจะหายไปหรือกลิ่นผิดปรกติไปหลังจากผ่านกรรมวิธีการผลิตแล้ว และการเปลี่ยนแปลงลักษณะนั้น อาจจะอยู่ในลักษณะที่ว่าหลังจากผ่านกรรมวิธีการผลิตแล้ว เช่น เนื้ออาจจะเละไปเลยก็ได้ บางครั้งพบว่าการใช้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น เพื่อลวกวัตถุดิบ จะเป็นสาเหตุให้โลหะที่มีอยู่ในอาหารถูกปล่อยออกมาและเกิดการรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวนี้ จะเป็นสาเหตุให้กลิ่นรส สี และลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์เสีย ในการเติม sequestrants ลงไป ก่อนที่จะทำการลวกวัตถุดิบหรือนำเข้ากรรมวิธีฆ่าเชื้อ จะเป็นการป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ดีที่จะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ได้ โดย sequestrants ที่เติมลงไป จะไปทำให้สารประกอบเชิงซ้อนขึ้นกับโลหะที่มีอยู่ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ประเภท caned whole-kernel หรือ cream-style-corn นั้น ถ้าหากมีโลหะพวกเหล็กหรือโครเมียมเพียง 0.5-5 ส่วนในล้านส่วน จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีผิดปรกติไปโดยจะมีสีออกสีเขียวๆ ขึ้นได้ แต่ถ้าหากมีการเติม Na_2 EDTA ลงไป 50-100 ส่วนในล้านส่วน ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์เข้าทำการผลิต จะช่วยรักษาสีของผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงได้

นอกจากนี้ การทำผลไม้กระป๋องโดยใช้วัตถุดิบผลไม้ประเภทที่ถูกออกซิไดส์ได้ง่าย (oxygentive fruits) นั้น มักจะพบว่ามีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning) ขึ้น ซึ่งปรกติจะแก้ไขโดยการเติม ascobic acid ลงไป และจะต้องเติมในปริมาณที่ไม่น้อยกว่า 1000 ส่วนในล้านส่วน จึงจะป้องกันได้ แต่ถ้าหากมีการเติม sequestrants ลงไปด้วย พบว่าจะสามารถลดปริมาณ ascobic acid ที่จะต้องเติมลงไปได้ ในขณะที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงเหมือนเดิม ตัวอย่าง เช่น การเติม Na_2EDTA ลงไป 25 ส่วนในล้านส่วนเท่านั้น

อาหารประเภทถั่วต่างๆเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง พบว่าจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่นและรส โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อแล้ว ระหว่างการเก็บ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะที่มีอยู่ตามธรรมชาติในถั่ว (ส่วนใหญ่จะเป็นสังกะสี) กับสารประกอบอินทรีย์ในอาหาร ในสีของ Kidney beans นั้น พบว่าจะเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ ถ้าเอามาบรรจุกระป๋องถ้าไม่มีการเติม sequestrants สำหรับสีคล้ำหรือกลิ่นรสที่ไม่ดีนั้น มักจะเกิดในระหว่างการเก็บ แต่ถ้าหากมีการเติม Na_2EDTA ลงในน้ำแช่ถั่วหรือใส่โดยตรงลงในน้ำเกลือ จะสามารถช่วยป้องกันการเกิดสี กลิ่นและรสที่ไม่ดีที่จะเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเครื่องดื่ม

โดยทั่วไปแล้วในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มจะมีการใช้ sequestrants วัตถุประสงค์ใหญ่เพื่อเพิ่มความเป็นกรดและปรับปรุงกลิ่นรสของเครื่องดื่มให้ดีขึ้นเท่านั้น แต่พบว่าเมื่อมีการใช้ซิเทรตแล้ว จะสามารถลดอุณหภูมิที่จะใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์เครื่องดื่มลดลงได้ และความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงของเครื่องดื่ม จะช่วยให้เครื่องดื่มมีสีสวยขึ้น ยังช่วยให้สีคงตัวอีกด้วย

ในเรื่องความขุ่นของไวน์ ที่มักจะเกิดขึ้นจากสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายของโลหะแทนนินหรือโลหะอื่นๆ เช่น เหล็กหรือทองแดงนั้น การใช้ sequestrants เช่น Na_2EDTA และซิเทรต จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1ถั่วแดงหลวงตราเกษตร

3.1.2 เม็ดบัว

3.1.3 แห้ว

3.1.4 ถั่วดำตราเกษตร

3.1.5 ลูกเดือยพันธุ์ข้าวเหนียว

3.1.6 มันเทศ

3.1.7 เผือกหอม

3.1.8 พุทราจีน

3.1.9 เห็ดหูหนูขาว

3.1.10 เนื้อลำไยแห้งตราเพชร

3.2 สารเคมี

3.2.1 น้ำตาลทราย

3.2.2 กรดซิตริก (Citric acid)

3.2.3 แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

3.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 Normal

3.2.5 ฟีนอฟทาลีน อินดิเคเตอร์ 1 %

3.2.6 Na_2EDTA

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1 กระป๋อง 8 OZ ขนาด 211 x 300

3.3.2 เครื่องผนึกฝากระป๋อง (Seamer)

3.3.3เทอร์โมคับเปิ้ล (Thermocouple)

3.3.4 เครื่องชั่ง

3.3.5 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3.3.6 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectophotometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ (ต่อ)

3.3.7 หม้อนึ่งสำหรับฆ่าเชื้อ

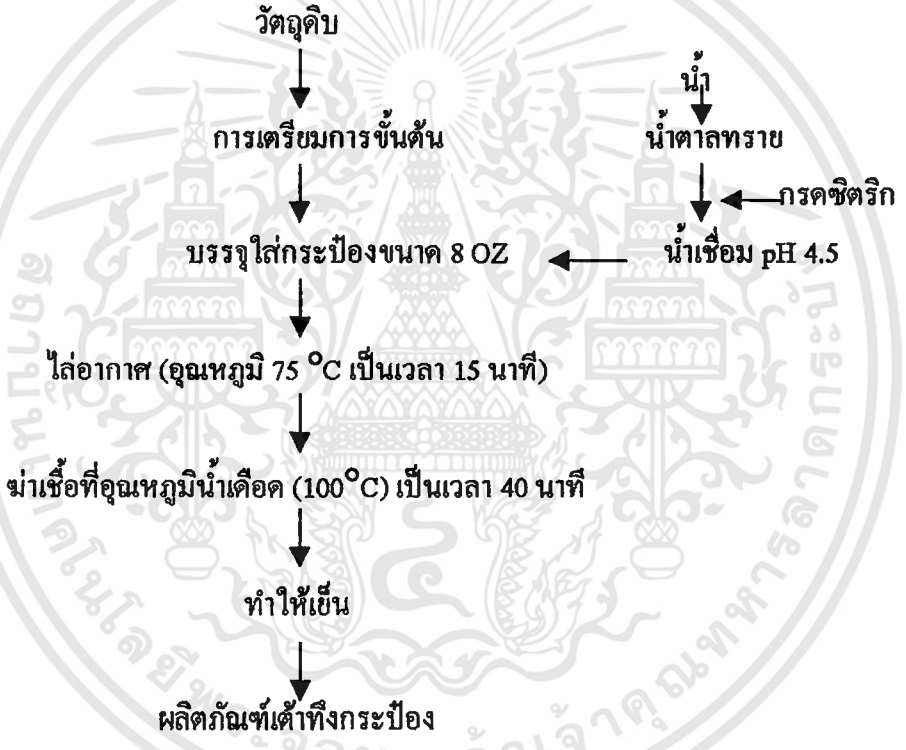
3.3.8 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3.3.9 เครื่องวัดสุญญากาศ (Vacuum guage)

3.3.10 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้(Reflactometer)

3.3.11 เครื่องแก้วที่สำคัญ เช่น บีกเกอร์, ปิเปต, ขวดลูกชมพู่, และกระบอกตวง

3.4 ขั้นตอนการผลิตเต้าทึงกระป๋องมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตเต้าทึงกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการในการผลิตเต้าทึงกระป๋อง

3.5.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้น

ขั้นตอนนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เริ่มทำความสะอาดวัตถุดิบเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกไป แล้วทำการคัดขนาดเพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบแต่ละชนิด (ดังแสดงในภาพผนวก ค)โดยการนำวัตถุดิบแต่ละชนิดมาจะแบ่งกลุ่ม ๆ เพื่อสะดวกในการเตรียมการขั้นต้นแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

3.5.1.1 กลุ่มที่ให้ความร้อนในการต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือดโดยให้ระยะเวลาในการต้มต่าง ๆ กันได้แก่ แห้ว เม็ดบัว ลูกเดือย ถั่วดำและถั่วแดง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่3.1 แสดงระยะเวลาในการเตรียมวัตถุดิบของกลุ่มที่ให้ความร้อยโดยการต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด

วัตถุดิบ	ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่วัตถุดิบ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มวัตถุดิบ (นาที)		
		1	2	3
1.แห้ว	-	30	60	90
2.เม็ดบัว	0.5	10	20	30
3.ลูกเดือย	12	10	20	30
4. ถั่วดำ	12	15	30	45
5. ถั่วแดง	12	25	50	75

ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของวัตถุดิบคือ เม็ดบัว ลูกเดือย ถั่วดำ และถั่วแดง ที่ผ่านการเตรียมการขั้นต้น โดยใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนในระยะเวลาทั้ง 3 ระยะ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และการต้มใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดจำนวน 100 เมล็ด ต่อการทดลอง 1 ครั้ง (ทำ 3 ครั้ง) และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD เพื่อคำนวณแปอร์เซ็นต์การแตกของเมล็ดวัตถุดิบแต่ละชนิด

3.5.1.2 กลุ่มที่ต้องนำวัตถุดิบมาเชื่อมในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นคือ เผือก มัน และพุทรา โดยมีวิธีการทำดังนี้

- เผือก หรือ มัน นำมาปอกเปลือกและล้างทำความสะอาด หั่นให้เป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาด 1×1 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ใน สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 1.0% เป็นเวลา 30 นาที เพื่อทำให้กรอบและคงรูปอยู่นาน จากนั้นนำเผือกหรือมันที่ได้มาผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปเชื่อมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลทรายโดยสัดส่วนของน้ำตาลต่อเผือกหรือมันต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1:1:2 (ศิริลักษณ์, 2520) โดยน้ำหนัก โดยนำน้ำตาลทรายละลายในน้ำตั้งไฟปานกลางคนจนน้ำตาลทรายละลายหมด ก่อนนำเผือกหรือมันที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในน้ำเชื่อม จนกระทั่งเผือกหรือมันมีลักษณะนุ่มและใสเป็นประกายในระหว่างเชื่อมตั้งทิ้งไว้ให้น้ำเชื่อมซึมเข้าสู่ชิ้นของเผือกหรือมันทีละน้อย เวลานำมาบรรจุลงกระป๋องให้เอาแต่เนื้อเผือกหรือมันใส่ในกระป๋องรวมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ก่อนนำไปเข้ากระบวนการการผลิตเต้าทึงกระป๋องต่อไป

- พุทรา นำมาล้างทำความสะอาดแล้วแช่น้ำไว้ประมาณ 1 คืน จากนั้นนำมาเชื่อมกับน้ำตาลโดยใช้สัดส่วนของน้ำตาลต่อพุทราต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1:1 (ศิริลักษณ์, 2520) นำน้ำตาลทรายละลายในน้ำตั้งไฟปานกลางคนจนน้ำตาลทรายละลายหมด นำพุทราที่เตรียมไว้ใส่ลงไปในน้ำเชื่อมใช้ความร้อนไฟปานกลางต้มต่อไปจนกระทั่งพุทรามีลักษณะชุ่มและเต่งตัวในระหว่างเชื่อม ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำเชื่อมซึมเข้าสู่ชิ้นของพุทราทีละน้อย เวลานำมาบรรจุลงกระป๋องให้เอาแต่ลูกพุทราใส่ในกระป๋องรวมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ก่อนนำไปเข้ากระบวนการการผลิตเต้าทึงกระป๋องต่อไป

3.5.1.3 กลุ่มวัตถุดิบมาล้างน้ำคือ เห็ดหูหนูขาว โดยนำเห็ดมาล้างน้ำพอประมาณดูให้พอเห็ดหูหนูเริ่มอ่อนตัวก็ใช้ได้ นำมาหั่นชิ้นเล็กๆ อย่าให้ชิ้นโตเกินไปจะดูไม่น่ารับประทาน ตัดส่วนที่เป็นโคนแข็งของเห็ดทิ้งไป วัตถุดิบกลุ่มนี้นำไปใส่ในกระป๋องรวมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ได้เลยก่อนนำไปเข้ากระบวนการการผลิตเต้าทึงกระป๋องต่อไป

3.5.1.4 กลุ่มวัตถุดิบที่เติมลงกระป๋องได้เลยโดยใช้ปริมาณน้อยมากคือ ลำไยแห้ง ใส่พร้อมกับน้ำเชื่อมในช่วงก่อนนำกระป๋องเข้าไปไล่อากาศในลังถึง เพราะถ้าใส่รวมกับวัตถุดิบก่อนจะทำให้สีของวัตถุดิบชนิดอื่นๆ มีสีคล้ำ เช่น แห้ว

3.5.2 ศึกษาระยะเวลาในการฆ่าเชื้อเต้าทึงบรรจุกระป๋อง

นำเต้าทึงที่บรรจุกระป๋องและปิดผนึกฝาเรียบร้อยแล้ว มาทดลองหาระยะเวลาของการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมโดยการใช้เทอร์โมคอปเปิลเสียบไปตรงที่จุดกึ่งกลางของด้านข้างกระป๋อง ใส่ในหม้อต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด โดยบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 2 นาที เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อ (ดังแสดงในภาคผนวก ก)

3.5.3 ศึกษาระดับความเข้มข้นน้ำเชื่อมที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์

ใช้น้ำเชื่อมมีความเข้มข้น 25, 30 และ 35 องศาบริกซ์ เติมใส่ลงในกระป๋องภายหลังจากบรรจุวัตถุดิบต่างๆ แล้ว เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อตามภาพที่ 1 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3.1 ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยใช้ผู้ชิม 15 คน ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ และทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี รสชาติ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ให้คะแนนแบบ Hedonic scale ซึ่งมีคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 5 แล้วทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าผู้บริโภคชอบความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ระดับใดมากที่สุด

3.5.3.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านความข่นของน้ำเชื่อมภายหลังการแปรรูปแล้วโดยใช้เครื่องวัดความข่นของน้ำเชื่อม เมื่อแยกของแข็งออกแล้วด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectophotometer) ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร โดยขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. นำน้ำเชื่อมแต่ละความเข้มข้นมาทำ Blank โดยใช้ปิเปตดูดน้ำเชื่อมคราวละ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดหมุนเหวี่ยงและหลอดทดลอง

2. นำหลอดหมุนเหวี่ยงที่บรรจุน้ำเชื่อมไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

3. จากนั้นใช้ตัวอย่างที่ได้จากการหมุนเหวี่ยงเป็น Blank เพื่อปรับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่เตรียมไว้ในหลอดทดลองมาวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยนำค่าที่วัดได้ลบออกจากค่า Blank จะได้ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเชื่อม (พิเชษฐ์และอัญชลี, 2535) และนำผลที่ได้ ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD

3.5.4 ศึกษาความเป็นกรดด่างของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์

ใช้น้ำเชื่อมความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ที่มีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1.5 2.0 2.5 และ3.0 ตามลำดับ โดยนำน้ำเชื่อมปริมาณ 165 มิลลิลิตรผสมกับวัตถุดิบที่จะใช้ในการบรรจุกระป๋องทั้งสิ้น 55 กรัมต่อตัวอย่าง ทำการผสมกันในเครื่องปั่นเป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองแยกเอาเฉพาะน้ำเชื่อมมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้าย (Cut out pH) และคำนวณหาปริมาณ (%acidityn) พิจารณาเลือกน้ำเชื่อมที่เหมาะสมโดยดูค่า Cut out pH ที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5

การบรรจุกระป๋องนำเต้าทึงบรรจุกระป๋องไปไล่อากาศและนำไปผนึกฝากระป๋อง นำวัตถุดิบแต่ละชนิดและน้ำเชื่อมที่เตรียมได้บรรจุลงกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ขนาด 8 OZ นิ้ว บรรจุในน้ำหนักเนื้อสุทธิไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของน้ำหนักสุทธิ โดยน้ำหนักของวัตถุดิบทั้งหมดเท่ากับ 55 กรัมและน้ำเชื่อมมีปริมาตรเท่ากับ 165 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปไล่อากาศในลังถึงที่เตรียมไว้ โดยใช้อุณหภูมิกึ่งกลางกระป๋อง 75 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที นำไปปิดผนึกฝากระป๋องทันที

การหล่อเย็นเต้าทึงบรรจุกระป๋องจะทำภายหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยเมื่อครบกำหนดในการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อเต้าทึงบรรจุกระป๋องรีบนำขึ้นจากหม้อต้มทันที และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีบนำไปใส่ในกะละมังขนาดใหญ่ที่มีน้ำเย็นไหลผ่านตลอดเวลาจนกว่าอุณหภูมิของเต้าทึงบรรจุกระป๋องสุดท้ายประมาณ 45 องศาเซลเซียส ยกขึ้นมาเช็ดน้ำให้แห้ง การที่ทำให้อุณหภูมิสุดท้ายเหลือประมาณ 45 องศาเซลเซียส เพื่อต้องการให้น้ำแห้งสนิทป้องกันการเกิดสนิม

3.5.5 ศึกษาผลของการใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยใช้วัตถุดิบที่ผ่านการเตรียมการในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในกลุ่ม 3.5.1.1 ในการศึกษาและดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุในภาพที่ 1 นำมาทำการฆ่าเชื้อด้วยระยะเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.5.2 ผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องที่ได้นำมาศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยใช้ผู้ชิมจำนวน 15 คน ให้คะแนนแบบ Hedonic scale ซึ่งมีคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 5 แล้วทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธี DMRT เพื่อคัดเลือกระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบแต่ละชนิดในการเตรียมการขั้นต้น

3.5.6 ศึกษาการใช้ Na_2EDTA เพื่อป้องกันความขุ่นของน้ำเชื่อม

ใช้น้ำเชื่อมที่เติมและไม่เติม Na_2EDTA 50 ppm เติมใส่ลงในกระป๋องก่อนทำการปิดผนึกและฆ่าเชื้อด้วยความร้อนดังภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื่อมโดยการวัดความขุ่น ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋องโดยการใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD

3.5.7 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง โดยสุ่มตัวอย่างเต้าทึงกระป๋องที่ผ่านขั้นตอนการผลิตมาแล้วจำนวน 5 กระป๋อง

3.5.7.1 ตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง

3.5.7.1.1 วัดค่าความเป็นกรดด้วย pH meter และคำนวณหาเปอร์เซ็นกรด

3.5.7.1.2 วัดความหวานโดยใช้ Refractometer

3.5.7.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพในด้านความขุ่นของน้ำเชื่อม โดยการใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectophptometer) ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.7.3 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง

นำผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง(ประมาณ 37 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 14 วัน กับ นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)ตาม มอก. 335 เล่ม1-2523 (ดังแสดงที่ภาคผนวก ง)

วิธีวัดค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตเต้าทึงกระป๋อง (นฤดม , 2532)

1. ตัวอย่าง

-ใช้ตัวอย่างเต้าทึงกระป๋อง จำนวน 4 กระป๋อง

-เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน จำนวน 2 กระป๋อง

-อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จำนวน 2 กระป๋อง

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 เก็บกระป๋องเอาไว้ในตู้เย็นก่อนนำมาฆ่าเชื้อโรคที่ฝากระป๋องด้วย 2% ไอโอดีนในสารละลายแอลกอฮอล์ 70% เช็ดด้วยผ้าที่ฆ่าเชื้อแล้วห้ามลนไฟเด็ดขาด

2.2 ตัวอย่างอาหารกระป๋องชนิดอื่น ยกเว้นกระป๋องรวม ล้างตัวอย่างให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำอุ่น เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

2.3 เช็ดฝากระป๋องด้านที่ไม่มีรหัสให้ทั่วด้วยสารละลายแอลกอฮอล์ และ ลนด้วยเปลวไฟ เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนอยู่ตามฝากระป๋อง ฆ่าเชื้อเครื่องเปิดกระป๋อง เปิดกระป๋องในกว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้

3. การเตรียมตัวอย่างเจือจาง

ดูดน้ำเชื่อมจากตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำสเตอไรด์ 9 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ จะได้ตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่อง Vertex ให้ตัวอย่างอาหารที่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน เจือจางต่อเป็น 1:100 และ 1:1000 และนำไปปั่นด้วยเครื่อง Vertex จนเข้ากัน ดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ

4. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ใช้ตัวอย่าง 1:10, 1:100 และ 1:1000 ดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 จาน เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ลงในจานเพาะเชื้อประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมอาหารเลี้ยงเชื้อและตัวอย่างอาหารให้เข้ากันดี ปล่อยทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังอบเพาะเชื้อแล้วนับจำนวนจุลินทรีย์แล้วรายงานผลเป็นจำวนโคโลนีต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้น

4.1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของวัตถุดิบคือ ถั่วแดง เม็ดบัว ถั่วดำ ลูกเดือย ที่ผ่านการเตรียมการขั้นต้น โดยใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนในระยะเวลาทั้ง 3 ระยะ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ผลแสดงดังตารางที่ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 และ4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การแตกของเม็ดบัวที่ให้ความร้อนเป็นระยะเวลาต่างๆ กัน

คุณลักษณะ / สภาวะ	เม็ดบัวที่เวลา 10 นาที	เม็ดบัวที่เวลา 20 นาที	เม็ดบัวที่เวลา 30 นาที
เปอร์เซ็นต์การแตกของเม็ดบัว (%)	10.67 [a]	13.67 [ab]	16.67 [b]
คุณลักษณะ / สภาวะ	ลูกเดือยที่เวลา 10 นาที	ลูกเดือยที่เวลา 20 นาที	ลูกเดือยที่เวลา 30 นาที
เปอร์เซ็นต์การแตกของลูกเดือย (%)	10.67 [a]	18.00 [a]	24.33 [c]
คุณลักษณะ / สภาวะ	ถั่วดำที่เวลา 15 นาที	ถั่วดำที่เวลา 30 นาที	ถั่วดำที่เวลา 45 นาที
เปอร์เซ็นต์การแตกของถั่วดำ (%)	9.00 [a]	14.33 [a]	25.00 [a]
คุณลักษณะ / สภาวะ	ถั่วแดงที่เวลา 25 นาที	ถั่วแดงที่เวลา 50 นาที	ถั่วแดงที่เวลา 75 นาที
เปอร์เซ็นต์การแตกของถั่วแดง (%)	14.00 [a]	19.00 [b]	22.00 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบแต่ละชนิด จะใช้เวลาในการต้มให้เหมาะสมแตกต่างกัน เพื่อให้วัตถุดิบมีลักษณะตามที่ต้องการ โดยที่เม็ดบัวและลูกเดือยใช้เวลาในการต้มอยู่ในช่วง 10 – 30 นาที ขณะที่ถั่วดำและถั่วแดงต้องใช้เวลานานกว่าเป็น 45 และ 75 นาที ตามลำดับ

ถั่วดำจะใช้เวลาในการต้มอยู่ในช่วงเวลา 15 – 45 นาที พบว่า ถั่วดำมีเปอร์เซ็นการแตกที่เพิ่มขึ้นที่ 16% และถั่วแดงใช้เวลานานที่สุดในกลุ่มวัตถุดิบโดยใช้เวลานานถึง 25 – 75 นาที ถั่วแดงมีเปอร์เซ็นต์การแตกที่ไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าเพียง 8.0%

การใช้เวลาในการต้มลูกเดือยเมื่อใช้เวลาถึง 30 นาที ทำให้ลูกเดือยมีเปอร์เซ็นต์การแตกสูงขึ้นมากกว่าเม็ดบัวอย่างเห็นได้ชัด

โดยลูกเดือยเมื่อใช้เวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นจาก 10 – 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์การแตกเพิ่มขึ้นถึง 13.66% ขณะที่ลูกบัวมีเปอร์เซ็นการแตกเพียง 6% เท่านั้น แสดงว่า เม็ดบัวมีความแข็งตัวดีกว่าและทนความร้อนได้มากกว่า

4.2 ศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเต้าทึงบรรจุกระป๋อง

นำเต้าทึงที่บรรจุกระป๋องและปิดผนึกฝาเรียบร้อยแล้ว มาทดลองหาระยะเวลาของการฆ่าเชื้อในหม้อต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.2 และนำค่าที่ได้จากการทดลองที่ได้ไปคำนวณหาระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อ พิจาราณาที่ Z = 18 โดยใช้วิธี formular metord จากตารางที่ 4.2 นำข้อมูลมาคำนวณ (การคำนวณแสดงดังภาคผนวก ก) จะได้ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มฆ่าเชื้อเท่ากับ 40 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องที่ทำการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาฟาเรนไฮน์)
0	38.08	100.54
2	38.35	101.03
4	45.53	106.75
6	47.54	118.26
8	50.58	123.04
10	57.88	136.18
12	65.35	149.63
14	71.93	161.47
16	78.20	172.76
18	84.03	183.25
20	89.40	192.92
22	93.88	200.98
24	94.95	202.91
26	95.80	204.44
28	96.00	204.80
30	96.13	205.03
32	96.20	205.16
34	96.35	205.43
36	96.38	205.48
38	96.38	205.48
40	96.43	205.57
42	96.43	205.57
44	96.45	205.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาฟาเรนไฮน์)
46	96.54	205.61
48	80.05	176.09
50	46.68	116.02
52	34.5	94.1
53	27.93	82.27
54	24.18	75.52

4.3 ศึกษาระดับความเข้มข้นน้ำเชื่อมที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์

ใช้น้ำเชื่อมมีความเข้มข้น 25, 30 และ 35 องศาบริกซ์ เติมลงในกระป๋องภายหลังจากบรรจุวัตถุดิบต่างๆ แล้ว เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อตามภาพที่ 1 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้

4.3.1 ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ และทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี รสชาติ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ผลแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าคะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างๆกัน

คะแนนคุณลักษณะด้าน	ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้ (องศาบริกซ์)		
	25	30	35
สี	3.53[a]	4.00[a]	3.66[a]
รสชาติ	3.33[a]	3.73[a]	3.40[a]
การยอมรับรวม	3.60[a]	3.86[a]	3.53[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าคะแนนคุณลักษณะด้านสี รสชาติ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่การใช้น้ำเชื่อมที่ระดับความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ มีค่าโดยรวมสูงกว่า คือ มีค่าคะแนนของสี ความหวานและการยอมรับ เป็น 4.00, 3.73 และ 3.86 ตามลำดับ ดังนั้นจึงพิจารณาใช้น้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ในการบรรจุลงกระป๋อง

4.3.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านความขุ่นของน้ำเชื่อมภายหลังการแปรรูป ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ของน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 25, 30 และ 35 บริกซ์ ตามลำดับ

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นต่างๆ (บริกซ์)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร
25	0.017[c]
30	0.012[a]
35	0.014[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และทดสอบความแตกต่างทาง สถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำเชื่อมที่น้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ เท่ากับ 0.012 มีค่าต่ำกว่าน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 25 และ 35 องศาบริกซ์ ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.017 และ 0.014 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงว่า น้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ มีความขุ่นน้อย เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตเต้าทึงกระป๋อง

4.4 ศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์

นำน้ำเชื่อมความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ ไปปรับความเป็นกรด-ด่าง โดยให้มีค่าเริ่มต้นเป็น 1.5, 2.0, 2.5และ 3.0 เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า cut out pH ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า cut out pH และเปอร์เซนต์ความเป็นกรดของน้ำเชื่อมเมื่อปรับ pH เริ่มต้นต่างๆกัน

ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น	Cut out pH	ความเป็นกรดของน้ำเชื่อม (%)
1.5	2.44	0.103
2.0	3.04	0.131
2.5	4.01	0.478
3.0	4.55	1.189

จากตารางที่ 4.5 พบว่าน้ำเชื่อมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เริ่มต้น 2.5 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายที่ต่ำกว่า 4.5 และมีเปอร์เซนต์กรดในปริมาณที่เหมาะสม คือ 0.478 ซึ่งจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต้องการ เนื่องจากมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ต่ำกว่า 4.5 ถือว่าเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (high acid food) ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าความเป็นกรด-ด่าง จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและอัตราการทำลายสปอร์ในการให้ความร้อน เพราะเซลของแบคทีเรียถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน โดยอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.5 สามารถแปรรูปได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (วราวุฒิ, 2538)

4.5 ศึกษาผลของการใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผลของการใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.6 , 4.7 , 4.8 , 4.9 และ4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแห้วจากผู้บริโภค ที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆ กัน

คุณลักษณะ	คะแนนจากการชิม		
	แห้วที่เวลา 30 นาที	แห้วที่เวลา 60 นาที	แห้วที่เวลา 90 นาที
เนื้อสัมผัส	4.07[a]	3.66[a]	3.66[a]
รสชาติ	3.80[a]	3.67[a]	3.80[a]
การยอมรับ	3.86[a]	3.73[a]	3.93[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะโดยรวมของแห้วที่ใช้เวลาต้ม 30 นาที มีค่าสูงกว่าแห้วที่ใช้เวลาต้ม 60 และ 90 นาที ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยเนื้อสัมผัสของแห้วที่ใช้เวลาต้ม 30 นาที มีค่าสูงที่สุด มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.07 ดังนั้น แห้วที่ใช้เวลาต้ม 30 นาที เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่ทำให้เนื้อสัมผัสของแห้วมีความกรอบพอดี

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเม็ดบัวจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆ กัน

คุณลักษณะ	คะแนนจากการชิม		
	เม็ดบัวที่เวลา 10 นาที	เม็ดบัวที่เวลา 20 นาที	เม็ดบัวที่เวลา 30 นาที
เนื้อสัมผัส	2.80[b]	3.53[a]	3.83[a]
รสชาติ	3.00[a]	3.80[ab]	3.60[a]
การยอมรับ	3.13[b]	3.80[a]	3.60[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าคะแนนในคุณลักษณะโดยรวมของเม็ดบัวที่ใช้เวลาในการต้ม 20 และ 30 นาที มีค่าสูงกว่าเม็ดบัวที่ใช้เวลาต้ม 10 นาที และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในการยอมรับของเม็ดบัวที่ใช้เวลาต้ม 20 นาที จะมีค่ามากกว่าเม็ดบัวที่ใช้เวลาที่ใช้เวลาต้ม 30 นาที คือ 3.80 และ 3.60 ตามลำดับแสดงว่าระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่ต่ำไปจะทำให้เนื้อสัมผัสของเม็ดบัวยังแข็งอยู่ และระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่สูงเกินไปจะทำเม็ดบัวให้มีลักษณะเมล็ดที่แตก เมื่อนำไปประกอบกับค่าเปอร์เซนต์การแตกของเม็ดบัว ตามข้อที่ 4.1 พบว่าเวลาที่มากขึ้น จะทำให้เมล็ดมีการแตกเพิ่มมากขึ้นมาก ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อน คือ 20 นาที จะได้เม็ดบัวที่มีลักษณะที่ดีไม่แข็งและเละเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกเดือยจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆ กัน

คุณลักษณะ	คะแนนจากการชิม		
	ลูกเดือยที่เวลา 10 นาที	ลูกเดือยที่เวลา 20 นาที	ลูกเดือยที่เวลา 30 นาที
เนื้อสัมผัส	2.67[a]	3.06[a]	3.46[a]
รสชาติ	3.07[a]	3.47[a]	3.47[a]
การยอมรับ	3.06[a]	3.46[a]	3.60[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 4.8 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะโดยรวมของลูกเดือยที่ใช้เวลาต้ม 20 และ 30 นาที มีค่าสูงกว่าที่ใช้เวลาต้ม 10 นาที และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับของลูกเดือยทั้ง 3 ระยะเวลา พบว่า ลูกเดือยที่ใช้เวลาต้ม 30 นาทีจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.46 และ 3.60 ตามลำดับ แสดงว่า ระยะเวลาที่ให้ความร้อนมีผลต่อเนื้อสัมผัสของลูกเดือย ดังนั้นลูกเดือยที่ใช้เวลาต้ม30 นาที จะทำให้ลูกเดือยมีลักษณะนุ่มพอดี ไม่แข็งและเละจนเกินไป

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วดำจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆ กัน

คุณลักษณะ	คะแนนจากการชิม		
	ถั่วดำที่เวลา 15 นาที	ถั่วดำที่เวลา 30 นาที	ถั่วดำที่เวลา 45 นาที
เนื้อสัมผัส	2.67[b]	3.93[a]	3.47[a]
รสชาติ	3.07[b]	3.67[ab]	3.87[a]
การยอมรับ	3.00[b]	4.07[a]	3.93[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างทาง สถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะโดยรวมของถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 30 และ 45 นาที มีค่าสูงกว่าที่ใช้เวลาต้ม 15 นาที และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาค่าคะแนนดฉลี่ยการยอมรับ พบว่า ถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 30 นาที มีค่าสูงที่สุดคือ 4.07 แสดงว่า ระยะเวลาในการให้ความร้อนมีผลต่อการยอมรับ โดยถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 15 นาทีจะทำให้มีถัวดำยังมีเนื้อสัมผัสที่ยังแข็งอยู่และถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 45 น่าทีจะทำให้เม็ดของถั่วดำมีลักษณะเม็ดแตก ซึ่งสามารถอธิบายได้จากค่าเปอร์เซนต์การแตกที่พบว่าถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 15 นาที มีค่าเปอร์เซนต์การแตกที่ต่ำกว่าถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 45 นาทีถึง 16 เปอร์เซนต์(ดังแสดงผลในข้อที่ 4.1) ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มถั่วดำ คือ 30 นาที จะได้ถั่วดำที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มและมีค่าเปอร์เซนต์การแตกที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วแดงจากผู้บริโภคที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้นต่างๆ กัน

คุณลักษณะ	คะแนนจากการชิม		
	ถั่วแดงที่เวลา 25 นาที	ถั่วแดงที่เวลา 50 นาที	ถั่วแดงที่เวลา 75 นาที
เนื้อสัมผัส	2.53[b]	3.73[a]	4.13[a]
รสชาติ	3.47[a]	3.73[b]	3.86[a]
การยอมรับ	2.93[b]	4.07[a]	4.00[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 4.10 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะโดยรวมของถั่วแดงที่ใช้เวลาต้ม 50 และ 75 นาที มีค่าสูงกว่าถั่วแดงที่ใช้เวลาต้ม 25 นาที และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับ พบว่า ถั่วแดงที่ใช้เวลาต้ม 50 นาที มีค่าคะแนนที่สูงกว่าถั่วแดงที่ใช้เวลาต้ม 75 นาที คือ 4.07 และ 4.00 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นจึงใช้เวลาในการต้มถั่วแดงเป็น 50 นาที เพื่อลดระยะเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตด้วย

ดังนั้นระยะเวลาที่ใช้ต้มของกลุ่มวัตถุดิบที่ให้ความร้อนในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้น ซึ่งได้แก่ แห้ว เม็ดบัว ลูกเดือย ถั่วดำและถั่วแดง เป็นเวลาดังต่อไปนี้ 30, 20, 30, 30 และ 50 นาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ศึกษาการใช้ Na_2EDTA เพื่อป้องกันความขุ่นของน้ำเชื่อม

ผลของการใช้ Na_2EDTA เพื่อป้องกันความขุ่นของน้ำเชื่อม แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ของน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋อง

น้ำเชื่อมที่เติม Na_2EDTA	น้ำเชื่อมที่ไม่เติม Na_2EDTA
0.0048^a	0.0098^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD และทดสอบความแตกต่าง โดยใช้วิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 4.11 พบว่าน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋องที่เติม Na_2EDTA และไม่เติม Na_2EDTA มีค่าการ ดูดกลืนแสงเป็น 0.0048 และ 0.0098 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงว่า น้ำเชื่อมที่เติม Na_2EDTA จะมีความขุ่นน้อยกว่าและจะสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านการมองเห็นได้ดี เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคจะสังเกตได้ง่าย ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

4.7 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง

เต้าทึงกระป๋องที่ผลิตโดยใช้สภาวะ ข้อ 4.5 เมื่อผ่านขั้นตอนการแปรรูปได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.12 และคุณภาพทางจุลินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.12 แสดงคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพบางประการของเต้าทึงกระป๋อง

คุณสมบัติบางประการ	ผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋อง
ความเป็นกรด-ด่าง	4.07
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	28.2
ปริมาณกรด (% acidity)	0.492
ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร	0.006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 พบว่าผลิตภัณฑ์เต้าทึงกระป๋อง มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.07 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 28.2 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด (%acidity) เท่ากับ 0.4 % และมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรเท่ากับ 0.006

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการตรวจสอบทางจุลินทรีย์

ลักษณะของการเก็บรักษาตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา14 วัน	-
อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา7 วัน	-

หมายเหตุ - = ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

จากตารางที่ 4.13 ไม่มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เลย ทั้งที่เก็บตัวอย่างเต้าทึงบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน และอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แสดงว่าการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนด้วยการต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นระยะเวลา 40 นาทีสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋อง ทำได้โดยนำวัตถุดิบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย ถั่วดำ แห้ว ลูกเดือย เห็ดหูหนูขาว มัน เผือกและพุทราเชื่อม ไปบรรจุกระป๋องในน้ำเชื่อมลำไย ส่วนวัตถุดิบที่ต้องผ่านการเตรียมการขั้นต้น ก่อนที่จะนำไปบรรจุกระป๋อง ได้แก่ แห้ว เม็ดบัว ลูกเดือย ถั่วดำ และถั่วแดง และโดยใช้ระยะเวลาในการต้ม ดังนี้คือ 30, 20, 30, 30และ50 นาทีตามลำดับ โดยใช้น้ำเชื่อมลำไยที่เติมลงในกระป๋อง มีความหวาน 30 องศาบริกซ์ และมีการเติม Na_2EDTA 50 ส่วนในล้านส่วนลงในน้ำเชื่อม เพื่อปรับปรุงลักษณะทางกายภาพในเรื่องความข่น ทำให้น้ำเชื่อมดูใสและวัตถุดิบมีสีคงตัว บรรจุในกระป๋องขนาด 8 ออนซ์ จากนั้นนำไปต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เมื่อทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋อง ควรทำการคัดเลือกวัตถุดิบให้มีคุณภาพที่ดีก่อนนำมาแปรรูป

2.การต้มวัตถุดิบในขั้นตอนการเตรียมการขั้นต้น ควรใส่วัตถุดิบลงไปในน้ำแล้วค่อยให้ความร้อน จะดีกว่าที่ใส่ลงไปในน้ำเดือด เนื่องจากจะทำให้วัตถุดิบบางชนิดมีลักษณะเมล็ดแตกได้

3.การเลือกใช้น้ำตาลสำหรับทำน้ำเชื่อม ควรใช้น้ำตาลที่ผ่านการฟอกสี (ทำให้บริสุทธิ์) เพื่อจะได้น้ำเชื่อมที่มีลักษณะใส ไม่มีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ .2535. **กระบวนการแปรรูป** . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ : 797 หน้า

จิตธนา แจ่มเมฆและคณะ . 2540. **วิทยาสาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร** . คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ : 510 หน้า

ชลลดา ปรีดาและวราวุฒิ ครูส่ง .2539. **เอกสารการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยาอาหาร หน่วยที่ 6-10** . สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนบุรี : 227 หน้า

นฤดม บุญ-หลง .2532. **การควบคุมคุณภาพอุตสาหกรรมเกษตร.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 407 หน้า

นันทวัน เทอดไทย .2540. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าทึงแห่แข็ง (วิทยานิพธ์)** . ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ : 84 หน้า

พอใจ ลิ้มพันธุ์อุดม .2532. **สถิติและการควบคุมคุณภาพ** . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ : 114 หน้า

พิเชษฐ์ สมผดุงและอัญชลี วรพงศ์พัฒน์ .2535. **การตรึงรูปเซลยีสต์ สำหรับใช้ในการผลิตไวน์ (ปัญหาพิเศษ)** . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก .2532. **กรรมวิธีการแปรรูป** . สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ : 302 หน้า

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล .2532. **เคมีอาหาร.** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลยรามคำแหง . โรงพิมพ์อักษรไทย กรุงเทพฯ : 383 หน้า

วราวุฒิ ครูส่ง ..2538. **จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร** . สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ : 210 หน้า

นิรนาม .2523. **วิธีวิเคราะห์อาหาร มอก 335 เล่ม 1.** สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กระทรวงอุตสาหกรรม

นิรนาม .2539. **ลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุ มอก 67-2539.** สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย .2520. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2** . คณะวิชาคหกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิค กรุงเทพฯ : 240 หน้า

ศิวาพร ศิวาเวชช .2529. **วัตถุเจือปนอาหารเล่ม 1** . คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ : 159 หน้า

AOAC .1990. **Official method of Analytical Chemists** .19 th ed. Association of Officaial Analytical Chemisit .Inc , washington.DC 1298 p

Banwart , G. J .1983. **Basic Food microbiology**. The AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut

Desrosier, N.W. 1970. **The Tecnology of Food Preservative** . 3 rd. ed. The AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Heid, J.L., and Joslyn, M.A. 1967. **Fundamentals of Food Processing Operation** . The AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut. 580 pp

Lamp, L.F. 1973. **What you need to know about food & Cooking for Health**. The Viking Press, New York. 412 p

Stumbo , L. D .1973. **Thermobacteriology in food processing. 2** nd ed. Academic Press, Inc. New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การคำนวณเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (F_0)

ตาราง แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องที่ทำการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาฟาเรนไฮน์)
0	38.08	100.54
2	38.35	101.03
4	45.53	106.75
68	50.58	123.04
10	57.88	136.18
12	65.35	149.63
14	71.93	161.47
16	78.20	172.76
18	84.03	183.25
20	89.40	192.92
22	93.88	200.98
24	94.95	202.91
26	95.80	204.44
28	96.00	204.80
30	96.13	205.03
32	96.20	205.16
34	96.35	205.43
36	96.38	205.48
38	96.38	205.48
40	96.43	205.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋อง (องศาฟาเรนไฮน์)
42	96.43	205.57
44	96.45	205.61
46	96.45	205.61
48	80.05	176.09
50	46.68	116.02
52	34.5	94.1
53	27.93	82.27
54	24.18	75.52

นำข้อมูลจากตารางมาเขียนกราฟในกระดาษ semi-log โดยกลับหัวกระดาษกราฟแกนตั้งเป็นอุณหภูมิของหม้อต้ม แกนนอนของกราฟแทนเวลามีหน่วยเป็นนาที

จากกราฟ ทำการคำนวณโดยต้องทราบสัญลักษณ์และความหมายดังต่อไปนี้

jI = 0.42 % ของเวลาในการทำให้ถึง come-up-time

CUT = come-up-time หมายถึง เวลาเริ่มต้นตั้งแต่เปิดไอน้ำไปจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด

f_h = เวลาในการทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป 1 log cycle

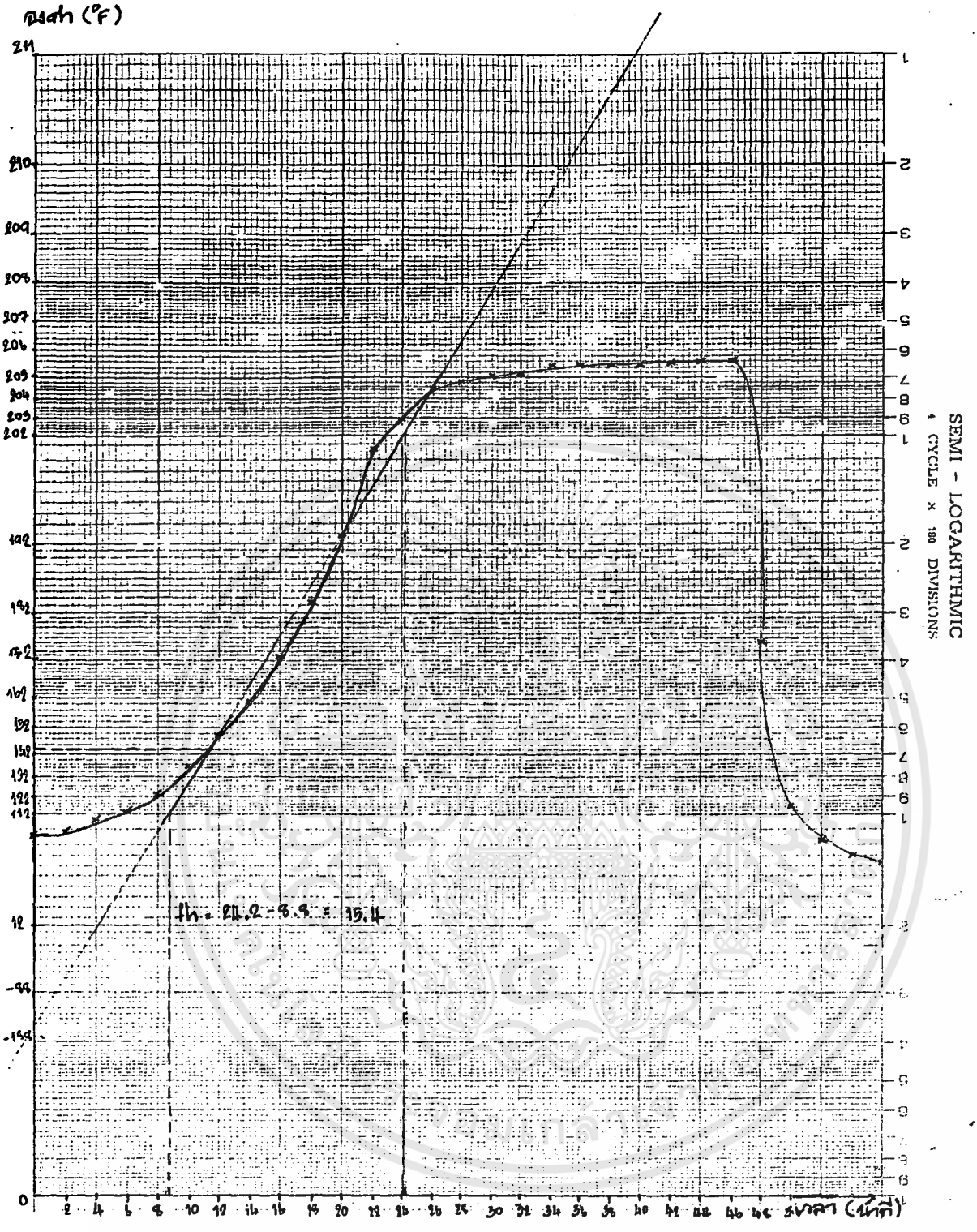
B = process time คือ เวลาในการให้ความร้อน

TRT = อุณหภูมิของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (retort)

TCW = อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการ cooling

F_i = number of minutes require to destroy organism at retort Temperature when F (at retort temperature T) = 1.0 values of F_i for different values of Z may be

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องที่ทำการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่า F_0 ของเต้าทึงบรรจุกระป๋อง

สูตร B = fh (logjI -log g)

Come up time = 28 นาที

JI = 212 - 144 = 68 นาที

fh = 24.2 - 8.8 = 15.4 นาที

m+g = TRT - TCW = 212 – 32 = 180 องศาฟาเราไฮน์

B = 28+ (0.42x28) = 39.76

$$\log g = \log jI - \frac{B}{Fh}$$

$$= \log 68 - \frac{39.76}{15.4}$$

= 1.83-2.58

= -0.75

นำค่า log g ที่ได้ไปหาค่าจากกราฟเพื่อหาค่า fh/U โดยดูที่ m+g = 180 ^{0} F, Z = 18 ปรากฏว่าได้ค่า fh/U = 0.689

จาก $F_0 = \frac{fh}{fh/U \times Fi}$

โดยที่ $Fi = 10^{\frac{(250-T)}{z}}$

$= 10^{\frac{(250-212)}{18}}$

$= 10^{}$

= 128.82

ดังนั้น $F_0 = \frac{15.4}{0.689 \times 128.82}$

F_0 = **0.17**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหา process time

1. J = $\frac{RT-I'T'}{0RT-IT}$ = $\frac{212-144}{212-100.54}$ = 0.61
2. I = RT – IT = 212-100.54 = 111.40
3. fh = 15.4
4. F = 0.17
5. RT = 212
6. IT = 171
7. JI = 67.99
8. Log (jI) = 1.83
9. Fi = 128.82
10. Fh/U = $Fh \left(\frac{1}{F_0 x F_I} \right)$

$= 15.4 \left(\frac{1}{0.17 x 128.82} \right)$

เปิดตารางหา log g = 0.703

11. log g = -0.73
12. B_B = fh (log jI- log g)

= 15.4 (1.83 - (-0.73))

= 15.4 (1.83 + 0.73)

= 15.4 x 2.56

= 39.42

จากการคำนวณข้างต้น เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิ 100 องสาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 40 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

1.แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำเชื่อม

ผลิตภัณฑ์ เต้าทึงบรรจุกระป๋อง

วัน/เดือน/ปี _____

ชื่อผู้ชิม_____ **เพศ** _____

ให้ผู้ชิมทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างและให้เนนความชอบตามลำดับคะแนนดังนี้

5 หมายถึง ชอบมาก
4 หมายถึง ชอบ
3 หมายถึง เฉยๆ
2 หมายถึง ไม่ชอบ
1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

-น้ำเชื่อม

หมายเลขน้ำเชื่อม	สี	รสชาติ	การยอมรับรวม
----------	----------	----------	----------
----------	----------	----------	----------
----------	----------	----------	----------

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

_____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของวัตถุดิบ

ผลิตภัณฑ์ เต้าทึงบรรจุกระป๋อง

วัน/เดือน/ปี _____

ชื่อผู้ชิม_____ เพศ _____

ให้ผู้ชิมทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตามลำดับคะแนนดังนี้

หมายถึง ชอบมาก

4 หมายถึง ชอบ

3 หมายถึง เฉยๆ

2 หมายถึง ไม่ชอบ

1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

หมายเลขวัตถุดิบ	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับรวม
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การตรวจสอบหาน้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อ
(จากมอก. 67-2539 ลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุ)

<u>เครื่องมือ</u>

ตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร มีช่องเปิดสี่เหลี่ยม ขนาด 2.5 มิลลิเมตร x 2.5 มิลลิเมตร หรือ 2.8 มิลลิเมตร x 2.8 มิลลิเมตร

<u>วิธีทดสอบ</u>

1. ชั่งลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุตัวอย่าง
2. เปิดภาชนะบรรจุโดยระวังไม่ให้ความสูงของตะเข็บกระป๋องหรือรูปร่างของภาชนะเปลี่ยนแปลง ทำเครื่องหมายตรงระดับของตัวอย่างที่อยู่ภายใน เทลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุตัวอย่างลงบนตะแกรงที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว และเอียงตะแกรงเป็นมุม 17-20 องศา เป็นเวลา 2 นาที แล้วชั่ง
3. ล้างภาชนะบรรจุและฝา ใช้กระดาษหรือผ้าที่ดูดซับน้ำได้ดีเช็ดให้แห้ง แล้วชั่ง
4. ผลต่างระหว่างน้ำหนักที่ชั่งได้ตามข้อ 1 กับ ข้อ 3 เป็นน้ำหนักสุทธิ
5. ผลต่างระหว่างน้ำหนักที่ชั่งได้ตามข้อ 2 กับน้ำหนักตะแกรง เป็นน้ำหนักเนื้อ

<u>การบรรจุ</u>

น้ำหนักเนื้อ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของน้ำหนักสุทธิ

<u>ผลการทดสอบเพื่อตรวจสอบน้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อของเต้าทึงบรรจุกระป๋อง</u>

1. น้ำหนักเต้าทึงบรรจุกระป๋อง (พร้อมกระป๋อง) = 236 กรัม
2. เมื่อเทเต้าทึงลงบนตะแกรงทิ้งไว้ 2 นาที แล้วนำไปชั่งมีเนื้อเต้าทึงรวมตะแกรงหนัก = 95 กรัม
3. น้ำหนักกระป๋องเปล่า = 35 กรัม
4. ดังนั้น น้ำหนักสุทธิ = 236 - 35 = 201 กรัม
5. น้ำหนักตะแกรง = 13 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น น้ำหนักเนื้อ = 95 – 13 = 82 กรัม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก 67-2539) กำหนดให้ น้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ต้องไม่น้อยกว่า ร้อยละ 40 ของน้ำหนักสุทธิ

ดังนั้น น้ำหนักเนื้อผลิตภัณฑ์ต้องมีค่า = 0.4 x 201 กรัม

= 80.4 กรัม

จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เต้าทึงบรรจุกระป๋องที่ผลิตได้ มีน้ำหนักเนื้อได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลินทรีย์
(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก 335 เล่ม 1 – 2523)

(อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (ค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 4.5) ให้วิเคราะห์ดังนี้

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

1.ดูดตัวอย่างจากกระป๋องด้วยปิเปตมา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดที่มีสารละลายเพื่อเจือจาง 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือให้เจือจางต่อไปจนกว่าจะอ่านจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30 ถึง 300 โคโลนี

2.ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง จากข้อ 1 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ความเข้มข้นละ 2 จาน สำหรับของเหลวให้ใช้ปิเปตโดยตรงจากตัวอย่างมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ 2 จาน

3.เทอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 10 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน

4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็ง กลับจานเพาะเชื้อ แล้วนำไปอบเพาะเชื้อ (incubate) ที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร

อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด		วิธีการเตรียม
ทริปโตน	5 กรัม	นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายหมด แบ่งใส่หลอดทดลองหรือขวดแก้ว ปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อ นึ่งอัด อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 7.0)
ยีสต์เอกซแตรกต์	2.5 กรัม	
เดกซโตรส	1 กรัม	
น้ำกลั่น	1 ลิตร	
อะการ์	15 กรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

อัตราส่วนผสมต่างๆของวัตถุดิบใน 1 กระป๋องพร้อมและต้นทุนการผลิต

ตาราง แสดงอัตราส่วนส่วนผสมต่างๆใน 1 กระป๋องและราคาของวัตถุดิบต่อกระป๋อง

วัตถุดิบ	ลูกเดือย	ถั่วแดง	เม็ดบัว	แห้ว	แป๊ะก๊วย	เผือก	มัน	ลำไย	เห็ด	พุทรา	ถั่วดำ	รวม
จำนวน (กรัม)	5	6	4	12	2	6	6	0.5	5	4	6	55
จำนวน (ชิ้น)		-	4	1-2	1	-	-	-	-	1	-	
ราคา	0.15	0.3	0.56	0.36	0.50	0.15	0.09	0.095	1.5	0.4	0.18	4.291

ดังนั้น ต้นทุนค่าวัตถุดิบต่อการผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋อง 1 กระป๋อง = 4.38 บาท

ค่าต้นทุนน้ำตาล 428.5 กรัม ต่อการผลิตน้ำเชื่อมประมาณ 1 ลิตร = 6.42 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

วิธีการทดลองและการคำนวณหาปริมาณกรด (AOAC.1990)

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N
2. ฟีนอลธาลีน 1%
3. บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร
4. บิวเรต 50 มิลลิลิตร
5. ปิเปต 5 และ 10 มิลลิลิตร
6. ขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ดูดตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่
2. หยดฟีนอลธาลีน 1 % 2-3 หยด
3. ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N ขณะไตเตรทให้เขย่าตัวอย่างและสารละลายให้เข้ากันดี จนถึงจุดยุติสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากที่ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน
4. จดปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำมาคำนวณปริมาณกรดในตัวอย่างในรูปของกรดซิตริก

<u>การคำนวณหาปริมาณกรด</u>

$$\text{เปอร์เซนต์กรดในตัวอย่าง} = \frac{70 \times N \times V \times 10}{100 \times W}$$

โดยกำหนดให้

N	=	Normolity ของสารละลายมาตรฐาน NaOH = 0.1
V	=	ปริมาตรของ NaOH
W	=	น้ำหนักของตัวอย่าง
70	=	ปริมาณของกรัมสมมูลของกรดซิตริก

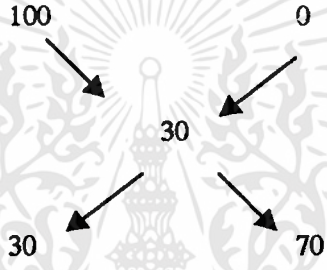
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
วิธีคำนวณการเตรียมน้ำเชื่อมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

<u>การเตรียมน้ำเชื่อมสำหรับบรรจุ</u>

การเตรียมน้ำเชื่อมเพื่อผลิตเต้าทึงบรรจุกระป๋อง โดยการเตรียมน้ำตาลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เริ่มต้น 25, 30และ35 องศาบริกส์

ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้กฎ Peason' square ดังต่อไปนี้



คือ น้ำเชื่อม 0 บริกซ์ 70 กิโลกรัม เติมน้ำตาลทราย 30 กิโลกรัม จะได้น้ำเชื่อม 30 บริกซ์ 100 กิโลกรัม เทียบบัญญัติไตรยางค์เช่นเดียวกัน

- เตรียมน้ำเชื่อม 30 บริกซ์ 100 กิโลกรัม จะได้น้ำเชื่อม 0 บริกซ์ 70 กก. เติมน้ำตาลทราย 1กก.

" 5 " " $\frac{70}{100} \times 5 = 3.5$ " $\frac{30}{100} \times 5 = 1.5$

ดังนั้นจะต้องใช้น้ำ 3.5 กิโลกรัม เติมน้ำตาลทราย 1.5 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

(โดยใช้โปรแกรม SPSS version 7.50)

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเปอร์เซนต์การแตกของเม็ดบัวที่ใช้เวลาต้ม 10, 15 และ 30 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Main Effects	TRT	54.000	2	27.000	6.231	.034
	Model		54.000	2	27.000	6.231	.034
	Residual		26.000	6	4.333		
	Total		80.000	8	10.000		

a. RESULT by TRT

RESULT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	3	10.6667	
2.00	3	13.6667	13.6667
3.00	3		16.6667
Sig.		.128	.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซนต์การแตกของลูกเดือยที่ใช้เวลาต้ม 10, 15 และ 30 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Main Effects	TRT	280.667	2	140.333	90.214	.000
	Model		280.667	2	140.333	90.214	.000
	Residual		9.333	6	1.556		
	Total		290.000	8	36.250		

a. RESULT by TRT

RESULT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05		
TRT	N	1	2	3
1.00	3	10.6667		
2.00	3		18.0000	
3.00	3			24.3333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซนต์การแตกของถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 15 , 30 และ 45 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Main Effects	TRT	398.222	2	199.111	112.000	.000
	Model		398.222	2	199.111	112.000	.000
	Residual		10.667	6	1.778		
	Total		408.889	8	51.111		

a. RESULT by TRT

RESULT

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1.00	3	9.0000		
2.00	3		14.3333	
3.00	3			25.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซนต์การแตกของถั่วแดงที่ใช้เวลาต้ม25, 50 และ 75 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Main Effects	TRT	98.000	2	49.000	12.250	.008
	Model		98.000	2	49.000	12.250	.008
	Residual		24.000	6	4.000		
	Total		122.000	8	15.250		

a. RESULT by TRT

RESULT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	3	14.0000	
2.00	3		19.0000
3.00	3		22.0000
Sig.		1.000	.116

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัส รสชาติและการยอมรับของแห้วที่ใช้เวลาต้ม 30 , 60 และ 90 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEXTURE	Main Effects	(Combined)	9.467	16	.592	.840	.635
		TRT	1.600	2	.800	1.135	.336
		BLOCK	7.867	14	.562	.797	.665
	Model		9.467	16	.592	.840	.635
	Residual		19.733	28	.705		
	Total		29.200	44	.664		

a. TEXTURE by TRT, BLOCK

TEXTURE

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
2.00	15	3.6667
3.00	15	3.6667
1.00	15	4.0667
Sig.		.210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TASTE	Main Effects	(Combined)	13.822	16	.864	1.181	.340
		TRT	.178	2	8.889E-02	.121	.886
		BLOCK	13.644	14	.975	1.332	.251
	Model		13.822	16	.864	1.181	.340
	Residual		20.489	28	.732		
	Total		34.311	44	.780		

a. TASTE by TRT, BLOCK

TASTE

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
2.00	15	3.6667
1.00	15	3.8000
3.00	15	3.8000
Sig.		.706

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Main Effects	(Combined)	12.889	16	.806	1.073	.422
		TRT	.311	2	.156	.207	.814
		BLOCK	12.578	14	.898	1.197	.331
	Model		12.889	16	.806	1.073	.422
	Residual		21.022	28	.751		
	Total		33.911	44	.771		

a. ACCEPT by TRT, BLOCK

ACCEPT

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
2.00	15	3.7333
1.00	15	3.8667
3.00	15	3.9333
Sig.		.569

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัส รสชาติและการยอมรับของเม็ดบัวที่ใช้เวลาต้ม 10 , 20 และ 30 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEXTURE	Main Effects	(Combined)	16.622	16	1.039	1.286	.272
		TRT	5.378	2	2.689	3.328	.050
		BLOCK	11.244	14	.803	.994	.484
	Model		16.622	16	1.039	1.286	.272
	Residual		22.622	28	.808		
	Total		39.244	44	.892		

a. TEXTURE by TRT, BLOCK

TEXTURE

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1.00	15	2.8000	
2.00	15		3.5333
3.00	15		3.5333
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TASTE	Main Effects	(Combined)	21.067	16	1.317	2.608	.013
		TRT	5.200	2	2.600	5.151	.012
		BLOCK	15.867	14	1.133	2.245	.033
	Model		21.067	16	1.317	2.608	.013
	Residual		14.133	28	.505		
	Total		35.200	44	.800		

a. TASTE by TRT, BLOCK

TASTE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	3.0000	
3.00	15	3.6000	3.6000
2.00	15		3.8000
Sig.		.059	.520

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Main Effects	(Combined)	13.422	16	.839	1.318	.254
		TRT	3.511	2	1.756	2.758	.081
		BLOCK	9.911	14	.708	1.112	.390
	Model		13.422	16	.839	1.318	.254
	Residual		17.822	28	.637		
	Total		31.244	44	.710		

a. ACCEPT by TRT, BLOCK

ACCEPT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	3.1333	
3.00	15	3.6000	3.6000
2.00	15		3.8000
Sig.		.123	.504

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัส รสชาติและการยอมรับของลูกเดือยที่ใช้เวลาต้ม 10 , 20 และ 30 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEXTURE	Main Effects	(Combined)	16.622	16	1.039	1.286	.272
		TRT	5.378	2	2.689	3.328	.050
		BLOCK	11.244	14	.803	.994	.484
	Model		16.622	16	1.039	1.286	.272
	Residual		22.622	28	.808		
	Total		39.244	44	.892		

a. TEXTURE by TRT, BLOCK

TEXTURE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	2.8000	
2.00	15		3.5333
3.00	15		3.5333
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TASTE	Main Effects	(Combined)	21.067	16	1.317	2.608	.013
		TRT	5.200	2	2.600	5.151	.012
		BLOCK	15.867	14	1.133	2.245	.033
	Model		21.067	16	1.317	2.608	.013
	Residual		14.133	28	.505		
	Total		35.200	44	.800		

a. TASTE by TRT, BLOCK

TASTE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	3.0000	
3.00	15	3.6000	3.6000
2.00	15		3.8000
Sig.		.059	.520

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Main Effects	(Combined)	13.422	16	.839	1.318	.254
		TRT	3.511	2	1.756	2.758	.081
		BLOCK	9.911	14	.708	1.112	.390
	Model		13.422	16	.839	1.318	.254
	Residual		17.822	28	.637		
	Total		31.244	44	.710		

a. ACCEPT by TRT, BLOCK

ACCEPT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	3.1333	
3.00	15	3.6000	3.6000
2.00	15		3.8000
Sig.		.123	.504

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัส รสชาติและการยอมรับของถั่วดำที่ใช้เวลาต้ม 15 , 30 และ 45 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEXTURE	Main Effects	(Combined)	26.089	16	1.631	1.405	.209
		TRT	13.511	2	6.756	5.822	.008
		BLOCK	12.578	14	.898	.774	.686
	Model		26.089	16	1.631	1.405	.209
	Residual		32.489	28	1.160		
	Total		58.578	44	1.331		

a. TEXTURE by TRT, BLOCK

TEXTURE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	2.6667	
3.00	15		3.4667
2.00	15		4.0000
Sig.		1.000	.166

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TASTE	Main Effects	(Combined)	21.733	16	1.358	2.459	.018
		TRT	5.200	2	2.600	4.707	.017
		BLOCK	16.533	14	1.181	2.138	.042
	Model		21.733	16	1.358	2.459	.018
	Residual		15.467	28	.552		
	Total		37.200	44	.845		

a. TASTE by TRT, BLOCK

TASTE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	3.0667	
2.00	15	3.6667	3.6667
3.00	15		3.8667
Sig.		.067	.534

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Main Effects	(Combined)	22.800	16	1.425	2.078	.044
		TRT	10.133	2	5.067	7.389	.003
		BLOCK	12.667	14	.905	1.319	.257
	Model		22.800	16	1.425	2.078	.044
	Residual		19.200	28	.686		
	Total		42.000	44	.955		

a. ACCEPT by TRT, BLOCK

ACCEPT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	3.0000	
3.00	15		3.9333
2.00	15		4.0667
Sig.		1.000	.677

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัส รสชาติและการยอมรับของถั่วแดงที่ใช้เวลาต้ม 25 , 50 และ 75 นาที

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TAXTURE	Main Effects	(Combined)	31.333	16	1.958	1.968	.057
		TRT	20.800	2	10.400	10.450	.000
		BLOCK	10.533	14	.752	.756	.704
	Model		31.333	16	1.958	1.968	.057
	Residual		27.867	28	.995		
	Total		59.200	44	1.345		

a. TAXTURE by TRT, BLOCK

TAXTURE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05	
TRT	N	1	2
1.00	15	2.5333	
2.00	15		3.7333
3.00	15		4.1333
Sig.		1.000	.258

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TASTE	Main Effects	(Combined)	10.222	16	.639	1.899	.067
		TRT	1.244	2	.622	1.849	.176
		BLOCK	8.978	14	.641	1.906	.071
	Model		10.222	16	.639	1.899	.067
	Residual		9.422	28	.337		
	Total		19.644	44	.446		

a. TASTE by TRT, BLOCK

TASTE

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05
TRT	N	1
1.00	15	3.4667
3.00	15	3.7333
2.00	15	3.8667
Sig.		.125

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Main Effects	(Combined)	22.800	16	1.425	1.882	.069
		TRT	12.133	2	6.067	8.013	.002
		BLOCK	10.667	14	.762	1.006	.474
	Model		22.800	16	1.425	1.882	.069
	Residual		21.200	28	.757		
	Total		44.000	44	1.000		

a. ACCEPT by TRT, BLOCK

ACCEPT

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1.00	15	2.9333	
3.00	15		4.0000
2.00	15		4.0667
Sig.		1.000	.835

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติ สีและการยอมรับของน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 25 , 30 และ 35 องศาบริกส์ ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOUR	Main Effects	(Combined)	9.200	16	.575	.821	.653
		TRT	1.733	2	.867	1.238	.305
		BLOCK	7.467	14	.533	.762	.698
	Model		9.200	16	.575	.821	.653
	Residual		19.600	28	.700		
	Total		28.800	44	.655		

a. COLOUR by TRT, BLOCK

COLOUR

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	15	3.5333
3.00	15	3.6667
2.00	15	4.0000
Sig.		.140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TASTE	Main Effects	(Combined)	16.622	16	1.039	1.016	.469
		TRT	1.378	2	.689	.674	.518
		BLOCK	15.244	14	1.089	1.065	.426
	Model		16.622	16	1.039	1.016	.469
	Residual		28.622	28	1.022		
	Total		45.244	44	1.028		

a. TASTE by TRT, BLOCK

TASTE

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	15	3.3333
3.00	15	3.4000
2.00	15	3.7333
Sig.		.319

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Main Effects	(Combined)	10.267	16	.642	.910	.567
		TRT	.933	2	.467	.662	.524
		BLOCK	9.333	14	.667	.946	.526
	Model		10.267	16	.642	.910	.567
	Residual		19.733	28	.705		
	Total		30.000	44	.682		

a. ACCEPT by TRT, BLOCK

ACCEPT

Duncan[a]

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
3.00	15	3.5333
1.00	15	3.6000
2.00	15	3.8667
Sig.		.308

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านความขุ่นของน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 25, 30 และ35 บริกส์ (โดยใช้เครื่องspectophotometer ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร)

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Main Effects	TRT	2.867E-05	2	1.433E-05	64.500	.000
	Model		2.867E-05	2	1.433E-05	64.500	.000
	Residual		1.333E-06	6	2.222E-07		
	Total		3.000E-05	8	3.750E-06		

a. RESULT by TRT

RESULT

Duncan[a]

		Subset for alpha = .05		
TRT	N	1	2	3
2.00	3	1.27E-02		
3.00	3		1.43E-02	
1.00	3			1.70E-02
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displa

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านความขุ่นของน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 30 บริกส์ ที่เติมและไม่เติม Na_2EDTA ปริมาณ 50 ส่วนในล้านส่วน (โดยใช้เครื่องspectophotometer ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร)

ANOVA[a]

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESULT	Main Effects	TRT	7.500E-05	1	7.500E-05	13.975	.004
	Model		7.500E-05	1	7.500E-05	13.975	.004
	Residual		5.367E-05	10	5.367E-06		
	Total		1.287E-04	11	1.170E-05		

a. RESULT by TRT

หมายเหตุ ค่า sig < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้