การพัฒนากระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก

โดย
นางสาวชลิดา เลื่อมใสสุข

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-464-913-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

PROCESS DEVELOPMENT OF READY-TO-DRINK COFFEE IN CUP

By

Chalida Leumsaisuk

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Food Technology

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2004

ISBN 974-464-913-5

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก” เสนอโดย นางสาวชลิดา เลื่อมใสสุข เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

(ลงชื่อ)…….

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราวรรณ คงคล้าย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่……..เดือน……..พ.ศ……

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร. บัณฑิต อินณวงศ์

อาจารย์ ดร. อรุณศรี ลีจีรจำเนียร

อาจารย์ ดร. เอกพันธ์ แก้วมณีชัย

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

.....……. ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุเชษฐ์ สมุหเสนีโต)

……../……../……

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. บัณฑิต อินณวงศ์)

……../……../……

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. อรุณศรี ลีจีรจำเนียร)

……../……../……

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ประมุข ภระกูลสุขสถิตย์)

……../……../……

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เอกพันธ์ แก้วมณีชัย)

……../……../……

K46403201 : สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
คำสำคัญ : เครื่องดื่มกาแฟบรรจุถ้วยพลาสติก/การพาสเจอร์ไรซ์

ชลิดา เลื่อมใสสุข : การพัฒนากระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก (PROCESS DEVELOPMENT OF READY-TO-DRINK COFFEE IN CUP) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : อ.ดร.บัณฑิต อินณวงศ์, อ.ดร. อรุณศรี ลีจีรจำเนียร และ อ.ดร. เอกพันธ์ แก้วมณีชัย. 126 หน้า. ISBN 974-464-913-5

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของกระบวนผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก โดยมีบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับจากโรงงานประกอบด้วยถ้วยพลาสติก 2 ชนิด คือ โพลีโพรพิลีน และโพลีสไตรีน แผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึก 2 ชนิด คือ แผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต และแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ เพื่อใช้ในการคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการผลิตกาแฟพร้อมดื่ม และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมโดยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ พบว่าต้องลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ลง 6 รอบลอการิทึม โดยพิจารณาคัดเลือกเชื้อ *Bacillus* sp. เป็นตัวแทนในการศึกษา เนื่องจากทนความร้อนได้มากที่สุด และมีชีวิตเหลือรอดหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อน ในการวิจัยครั้งนี้มีการให้ความร้อนเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ 4 ระดับอุณหภูมิ คือ 65 70 75 และ 8 องศาเซลเซียส คำนวณหาค่า D ได้ 45 21 16 และ 6 วินาที ตามลำดับ มีค่า Z และค่า F เท่ากับ 18 องศาเซลเซียส และ 36 วินาที ตามลำดับ โดยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแตกต่างโดยรวมของตัวอย่างกาแฟที่ผ่านการให้ความร้อนระดับต่างๆ นี้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากการศึกษา พบว่าสภาวะที่ควรนำไปใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม คือ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 วินาที ทำให้เย็นลงทันทีโดยไม่มีระยะเวลาในการคงความร้อน เนื่องจากเป็นสภาวะที่ใช้ระยะเวลาในการผลิตเร็วที่สุด และเมื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลี โพรพิลีนและปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์มีคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีที่สุดในด้านค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงขงค่าสีทั้งหมด การเกิดชั้นครีม และการตกตะกอน นอกจากนี้ยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้นานที่สุดถึง 1 เดือน โดยมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนด

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนักศึกษา……..

ลายมือชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ 1. …… 2.……3.……

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

K46403201 : MAJOR : FOOD TECHNOLOGY

KEYWORD : READY-TO-DRINK COFFEE IN CUP/ PASTEURIZATION

CHALIDA LEUMSAISUK : PROCESS DEVELOPMENT OF READY-TO-DRINK COFFEE IN CUP. THESIS ADVISORS : BHUNDIT INNAWONG, Ph.D., ARUNSRI LEEJEERAJUMNEAN, Ph.D., AND EAKAPHAN KEOWMANEECHAI, Ph.D. 126 pp. ISBN 974-464-913-5

This study was to determine the most appropriate thermal process condition to capably destroy the natural pathogen in ready-to-drink (RTD) coffee. According to manufacturer's recommendation, two different types of plastic cups (polypropylene, PP and polystyrene, PS) and films (plastic laminate and metalite) were selected to explore which materials could provide the best shelf stable RTD products when stored at 8°C for 1 month. Regarding to pasteurization process, all coffee samples were heated at four different heating temperatures consisting of 65, 70, 75, and 80°C and able to decline the microbes down to 6 log-cycles. As expected, *Bacillus* sp. was found to be the best heat resistance microbial and achieve to survive through the heating treatment. All the thermal parameters such as D-value, Z-value, and F-value were calculated. In this experiment, the Z-value and F-value were 18°C and 36 seconds, respectively. All coffee samples heated at different temperature exhibited the same overall quality so the thermal condition at 75°C for 100 seconds with no holding time was selected with respect to its rapid and low energy assumption. Upon its storage quality, the RTD coffee filled in PP cup and sealed with metalite film remarkably contained an excellent quality because of not only a few changes in pH and appearances (overall color and more emulsion stability) but also still less microbe than the regulations after kept for 1 month.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Department of Food Technology Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2004

Student's signature…….

Thesis Advisors' signature 1……..……2.……3……..…….

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้น ณ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่งความสำเร็จในครั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ประสงค์ ศิริวงศ์วิไลชาติ เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำแนะนำ เสนอแนวทางการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้น และคอยดูแลในการวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. บัณฑิต อินณวงศ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อรุณศรี ลีจีรจำเนียร อาจารย์ ดร. เอกพันธ์ แก้วมณีชัย อาจารย์ ดร. สุเชษฐ์ สมุหเสนีโต และอาจารย์ ดร. ประมุข ภระกูลสุขสถิตย์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกท่านที่ให้ความรู้พื้นฐานต่างๆ และให้การสนับสนุนงานวิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับความช่วยเหลือของคุณปัจฉิมาภรณ์ อุดมคุณ คุณคงวุฒิ นิรันตสุขที่

คอยให้ความช่วยเหลืออย่างมากมาย และขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ทุกคนที่รู้จัก และทุกคนที่คอยให้กำลังใจ กำลังกาย และความช่วยเหลือทุกๆ อย่างตลอดมา

ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่สำนักงาน และพี่เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบริษัทเขาช่องอุตสาหกรรม (1979) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบ และงบประมาณสำหรับการงานวิจัยครั้งนี้

สำคัญที่สุด ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และน้องชายที่เป็นทุกสิ่งทุกอย่างในชีวิตให้จนถึงทุกวันนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 สมมติฐานการศึกษา..... 2

1.4 ขอบเขตการศึกษา..... 2

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 กาแฟ..... 3

2.2 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท..... 6

2.2.1 หลักการในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม..... 6

2.2.2 หลักการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนในระดับพาสเจอไรซ์..... 11

2.2.3 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ 13

2.2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทนความร้อนของจุลินทรีย์..... 14

2.2.5 การทนความร้อนของจุลินทรีย์และสปอร์..... 16

2.2.6 การหาค่าการทำลายเชื้อด้วยความร้อนของจุลินทรีย์..... 19

2.3 บรรจุภัณฑ์..... 25

2.3.1 ความหมายและประเภทของบรรจุภัณฑ์..... 25

2.3.2 หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์..... 26

2.3.3 ประเภทของบรรจุภัณฑ์..... 26

2.3.4 การเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม..... 29

2.3.5 การป้องกันการปนเปื้อนและการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนวัสดุบรรจุภัณฑ์..... 30

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ หน้า

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์…….....……..... 31

2.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์อาหารที่ผ่านการบรรจุแล้ว..... 31

2.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ..... 32

2.4.3 กระบวนการแปรรูปแบบกะและแบบต่อเนื่อง..... 34

3 วิธีดำเนินการวิจัย……...……..…….. 36

3.1 อุปกรณ์และวิธีการ……..… 36

3.2 วิธีการทดลอง…….……. 37

4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล…...…..……... 42

4.1 การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบ……..…..……...…….. 43

4.2 การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา…….……..... 48

4.3 การศึกษาความต้านทานความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์…….…….. 51

4.4 การศึกษาอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ …….… 58

4.5 การเปรียบเทียบชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้และศึกษาอายุการเก็บ
ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก……...…..... 63

4.5.1 การตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา...……..... 65

4.5.2 การตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง..... 66

4.5.3 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี.....…….. 68

4.5.4 การเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นครีม.....…….. 74

4.5.5 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส.....…….. 77

5 สรุปผลการศึกษา…….…….. 80

บรรณานุกรม…….. 82

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

หน้า

ภาคผนวก…… 89

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์…….... 90

ภาคผนวก ข อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตกาแฟพร้อมดื่ม……. 94

ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส…….. 97

ภาคผนวก ง จำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟ..... 98

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ผลทางสถิติ……. 100

ภาคผนวก จ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข……..... 107

ประวัติผู้วิจัย…… 126

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของของเหลวบางชนิด…….……	7
2	ค่าการนำความร้อนของอาหารและวัสดุบางชนิด…….	8
3	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้าวัตถุ…….……..	10
4	การเปรียบเทียบการทนความร้อนของจุลินทรีย์ต่างๆ……..	18
5	เปรียบเทียบค่า D และ Z ในการพาสเจอไรซ์อาหารเพื่อทำลายจุลินทรีย์บางชนิด……...	22
6	ตัวอย่างข้อมูลการคำนวณหาอัตราการทำลาย (T_{ref} = 140^{0}C และ Z =11^{0}C)…….	24
7	คุณสมบัติของพลาสติกแต่ละประเภท……..	28
8	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงปรุงสำเร็จ.....……	43
9	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำที่ใช้…….……...……	43
10	คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของเครื่องดื่มกาแฟของโรงงานก่อนฆ่าเชื้อ……	47
11	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงสำเร็จรูปจำนวน 5 ชุดการผลิต……..	48
12	อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน ค่า D และลอการิทึมของค่า D…….	56
13	ระยะเวลาในการให้ความร้อน ระยะพัก และระยะทำให้เย็นลงของเครื่องดื่มกาแฟ…….	61
14	การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม Triangle test ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกที่ผ่านการให้ความร้อน 3 ระดับ……	61
15	การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบ Triangle test ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกหลังการเก็บรักษา……..…	78

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์และเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่.....	20
2	กราฟการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (thermal death time curve)…….	21
3	เครื่องพาสเจอไรซ์แบบอุโมงค์..…….	32
4	การพาสเจอไรซ์โดยการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น…….	33
5	กราฟเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดต่างๆ …….	34
6	(ก) ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Bacillus* sp. ที่พบในวัตถุดิบ กำลังขยาย 100 เท่าของกล้องจุลทรรศน์…….....	49
	(ข) ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Bacillus* sp. เมื่อเก็บเชื้อไว้นานจะเป็นแกรมลบ กำลังขยาย 100 เท่าของกล้องจุลทรรศน์……..	49
7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 65 องศาเซลเซียส……...……..	52
8	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 70 องศาเซลเซียส.....	53
9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 75 องศาเซลเซียส…….....	54
10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 80 องศาเซลเซียส…….	55
11	ความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของค่า D กับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์….…….....	57
12	กราฟอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อให้ความร้อนแก่เครื่องดื่มกาแฟ……...	60
13	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส…….....	65
14	ค่าความเป็นกรดด่างของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส……	67
15	ค่าความสว่าง (brightness, L*) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส…….……	69
16	ค่าความเป็นสีแดง (redness, a*) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส…….	70

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ หน้า

17 ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness, b*) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก ในตู้แช่เย็นซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส…….…… 71

17 ค่าสีของเครื่องดื่มกาแฟบรรจุถ้วยพลาสติกระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นซึ่งควบคุม อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส…… 73

18 ความหนาของชั้นครีมด้านบน (ปากถ้วย)…… 75

19 ความหนาของชั้นครีมด้านล่าง (ก้นถ้วย)……. 76

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่เป็นที่นิยมที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง โดยมีการบริโภคถึง 4 แสนล้านถ้วยต่อปี (ศิริวรรณ, 2546) เพราะกาแฟเป็นเครื่องดื่มที่มีรสชาติเฉพาะตัว มีความเข้มข้นและความหอม ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของหลายๆ คน ในประเทศไทยการดื่มกาแฟเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้น และได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นรูปแบบต่างๆ หลายรูปแบบ เช่น กาแฟพร้อมดื่ม ซึ่งมีจุดเด่นในด้านความสะดวกสบาย และประหยัดเวลาเหมาะกับสังคมในปัจจุบันที่มีความเร่งรีบ ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา มูลค่าของธุรกิจผลิตภัณฑ์กาแฟแต่ละประเภทอยู่ในเกณฑ์ที่สูง โดยในปี พ.ศ. 2545 มูลค่าของธุรกิจผลิตภัณฑ์ทั้งระบบสูงถึงกว่า 10,000 ล้านบาท แยกเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูป 5,600 ล้านบาท กาแฟกระป๋อง 6,000 ล้านบาท ร้านกาแฟพรีเมี่ยม 3,000 ล้านบาท และยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยผู้ลงทุนยังเห็นช่องทางในการขยายตลาด เนื่องจากปริมาณการบริโภคกาแฟของคนไทยยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และยังมีลู่ทางในการขยายฐานการบริโภคออกไปได้อีกมาก (ปัญญภัทร, 2545) จากสถานการณ์การตลาดของไทยพบว่าอัตราการเติบโตของกาแฟกระป๋องสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 70-75 ต่อปี (บริษัทบริการข้อมูลผู้จัดการ จำกัด, 2540) ปัจจุบันกาแฟพร้อมดื่มมีจำหน่ายในรูปแบบของกาแฟกระป๋อง หรือกาแฟบรรจุกล่องเป็นส่วนใหญ่ ประกอบกับการบริโภคกาแฟพร้อมดื่มคาดว่าน่าจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จึงควรมีการปรับโฉมรูปแบบกาแฟออกสู่ตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันมากขึ้น ซึ่งกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เนื่องจากพลาสติกมีน้ำหนักเบา ทำให้สะดวกต่อการขนส่งและการบริโภค (ปุ่น และสมพร, 2544) นอกจากนี้จากรายงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีการจัดอันดับของพืชที่มีความสำคัญและสามารถผลิตได้ในประเทศ กาแฟถูกจัดไว้ในอันดับที่ 15 แสดงให้เห็นว่ากาแฟมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยไม่น้อยเลยทีเดียว (ปัญญารัฐ, 2545)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วย
2. เพื่อศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เหมาะสมในการผลิตกาแฟพร้อมดื่ม
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก

1.3 สมมติฐานการศึกษา

1. อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันในการฆ่าเชื้อมีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภคและการเปลี่ยนแปลงด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วย
2. ชนิดของบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่ม
3. กระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาผลของการให้ความร้อนแก่เครื่องดื่มกาแฟโดยศึกษาที่อุณหภูมิต่างๆ 4 ระดับ คือ 65 70 75 และ 80 องศาเซลเซียสที่เวลาต่างๆ
2. ศึกษาและเปรียบเทียบชนิดของถ้วยพลาสติก และแผ่นฟิล์มปิดผนึกที่เหมาะสมในการผลิตและบรรจุกาแฟพร้อมดื่มระหว่างพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) และชนิดโพลีสไตรีน (PS) แผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต (Pl) และแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ (Ml)
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กาแฟ

กาแฟเป็นพืชไม้พุ่มแถบแอฟริกา ในสกุล *Coffea* วงศ์ *Rubiaceae* ผลของกาแฟจะมีขนาดเล็กมีสีแดงเหมือนเชอร์รี่ (coffee cherries) เม็ดแก่คั่วแล้วบดใช้เป็นเครื่องดื่ม หากสำรวจทั่วทุกมุมโลกที่มีการปลูกกาแฟนับรวมได้ว่า ขณะนี้มีกาแฟอยู่ประมาณ 500 สายพันธุ์ และยังสามารถแบ่งย่อยได้อีกว่า 6,000 ชนิด แต่หากจัดเป็นกลุ่มใหญ่อาจแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

1. พันธุ์อาราบิก้า กาแฟพันธุ์อาราบิก้าเป็นที่นิยมปลูกมากที่สุด ประมาณร้อยละ 70 ของทั้งหมด เป็นพันธุ์ที่ดีที่สุด ปลูกและดูแลยาก

2. พันธุ์โรบัสต้า เป็นกาแฟพันธุ์ไม่ค่อยดีนัก มักนิยมเอามาทำกาแฟสำเร็จรูป หรือนำไปผสมกับพันธุ์อื่นๆ (จิตระพี และวลัยลักษณ์, 2545)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ประเทศที่มีชื่อเสียงทางด้านการผลิตกาแฟมากที่สุดคือ ประเทศบราซิล ผลิตกาแฟได้ร้อยละ 72 ของผลผลิตกาแฟทั่วโลก ซึ่งถือว่าผลิตได้มากที่สุด ส่วนประเทศที่ซื้อกาแฟมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา และยุโรป ประมาณร้อยละ 85 ของผลผลิตที่ได้ทั่วโลก (สมศักดิ์, 2545) ในประเทศไทยมีการนำเข้ามาปลูกในภาคใต้ประมาณ 50 ปีมาแล้ว โดยในระยะแรกๆ มีการทดลองปลูก 2 พันธุ์ คือพันธุ์อาราบิก้า และพันธุ์โรบัสต้า แต่พบว่าขณะนี้พันธุ์โรบัสต้าเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุด แหล่งกาแฟที่สำคัญของภาคใต้คือ จังหวัดชุมพร รองลงมาได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ระนอง และกระบี่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรคาดว่าในปีการผลิต 2545-2546 จะมีพื้นที่เพาะปลูกกาแฟประมาณ 414,780 ไร่ และผลผลิตประมาณ 54,403 ตัน ส่วนปริมาณการส่งออกกาแฟผงสำเร็จรูปในปี 2546 จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 90.29 (กระทรวงพานิชย์, 2546)

นอกจากการนับตามพันธุ์กาแฟดั้งเดิมแล้ว อาจแบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูปในตลาดปัจจุบันที่เห็นกันอยู่ทั่วไป มีดังนี้

1. กาแฟสำเร็จรูปชนิดที่ผลิตจากเมล็ดกาแฟ โดยไม่มีการปรุงแต่งด้วยสารอื่นๆ แต่ผลิตภัณฑ์อาจมีความแตกต่างเนื่องจากส่วนผสมของเมล็ดกาแฟที่ใช้ เช่น การผสมกาแฟพันธุ์อาราบิก้ากับโรบัสต้าในสัดส่วนต่างๆ กัน หรือคั่วกาแฟให้มีความเข้มของเมล็ดต่างกัน เช่น การคั่วระดับเข้ม (dark roast) การคั่วระดับปานกลาง (medium roast) และการคั่วระดับอ่อน (light roast)

2. กาแฟสำเร็จรูปชนิดที่ผลิตจากเมล็ดกาแฟ และมีการปรุงแต่งด้วยสารอื่น เพื่อให้ได้

รสชาติตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น การผสมด้วยน้ำตาลเคี่ยวข้น (caramel) เพื่อปรุงแต่งกลิ่น และสีของกาแฟให้น่าดื่มยิ่งขึ้น

3. กาแฟสำเร็จรูปชนิดผสมครีมเทียม และน้ำตาล หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า กาแฟทรีอินวัน (three-in-one) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟผงสำเร็จรูปที่ได้มีการผสมน้ำตาล และครีมเทียมไว้เรียบร้อยแล้ว เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้บริโภคยิ่งขึ้น โดยมีทั้งชนิดผงและชนิดเหลว

4. กาแฟสำเร็จรูปชนิดสกัดคาเฟอีน (decaffeinated) ผลิตจากเมล็ดกาแฟที่สกัดสารคาเฟอีนออกไปแล้ว นำมาผ่านกระบวนการทำเป็นกาแฟสำเร็จรูป กาแฟประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ต้องการหรือไม่สามารถดื่มเครื่องดื่มที่มีสารคาเฟอีนได้ (ปัญญารัฐ, 2545)

สำหรับกาแฟสำเร็จรูป เริ่มมีการรู้จักเมื่อประมาณ 100-120 ปีก่อน และเริ่มมีการผลิตเป็นการค้าเมื่อ พ.ศ. 2540 ซึ่งกาแฟปรุงสำเร็จชนิดเหลว ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่197 เรื่อง กาแฟ ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 ได้ให้ความหมายไว้ว่า กาแฟปรุงสำเร็จชนิดเหลว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลที่แก่จัดของต้นกาแฟในสกุลคอฟเฟีย (*coffea*) ผ่านกรรมวิธีเอาเมล็ดออก นำเมล็ดมาคั่วจนได้ที่ และอาจบดให้ได้ขนาดตามความต้องการ โดยที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย โดยต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

1. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของกาแฟนั้น

2. มีคาเฟอีนไม่เกิน 100 มิลลิกรัม ต่อกาแฟปรุงสำเร็จชนิดเหลว 100 มิลลิลิตร และคาเฟอีนดังกล่าวต้องมาจากกาแฟที่ใช้เป็นวัตถุดิบเท่านั้น

3. ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อกาแฟ 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (most probable number, MPN)

4. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli)*

5. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

6. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

7. ไม่มียีสต์และเชื้อรา

8. ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานเอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหารและยา

9. มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

9.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อกาแฟปรุงสำเร็จ 1 กิโลกรัม

9.2 กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อกาแฟปรุงสำเร็จ 1 กิโลกรัม

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งตามปริมาณที่กำหนดใน 9.1 หรือ 9.2 ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณรวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหารและยา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (1169-2536) ได้กำหนดความหมายของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟไว้ดังนี้ คือ

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลว ได้จากน้ำที่สกัดจากกาแฟคั่วบด หรือน้ำที่ได้จากกาแฟสำเร็จรูป อาจมีน้ำตาล ครีมเทียม หรือนมผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท หรือหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงได้จากกาแฟสำเร็จรูปผสมครีมเทียมหรือนมผง อาจมีน้ำตาลผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ซึ่งมีข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ดังนี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- โคลิฟอร์ม (coliform) โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (most probable number, MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus)* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์ และราต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

นอกจากนี้ในการผลิตกาแฟพร้อมดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท ต้องปฏิบัติตามกฎหมายอาหารเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทร่วมด้วย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ. 2524) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ซึ่งกฎหมายอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับนี้ ได้ครอบคลุมเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิททุกประเภทเข้าไว้ด้วยกัน ดังแสดงในภาคผนวก จ โดยกำหนดให้มีคุณภาพและมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ขณะที่ในระดับอุตสาหกรรม ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทเครื่องดื่มไว้หลายชนิด แยกเป็นฉบับต่างๆ เฉพาะเรื่อง ตัวอย่างเช่น น้ำผลไม้: น้ำองุ่น (มอก. 101-2517) น้ำส้ม (มอก. 99-2517) และน้ำมะม่วงปรุงในภาชนะบรรจุ (มอก. 519-2527) เป็นต้น ซึ่งเนื้อหารายละเอียดด้านคุณภาพของกฎกระทรวงสาธารณสุข และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในเรื่องดังกล่าว ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน แต่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดเกณฑ์ การชักตัวอย่าง การตรวจสอบ และการวิเคราะห์ไว้เป็นมาตรฐานอย่างชัดเจน

2.2 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท

2.2.1 หลักการในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม

กระบวนการแปรรูปอาหารส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน ความร้อนเกิดการถ่ายเทได้ 3 แบบ คือ การแผ่รังสี การนำความร้อน และการพาความร้อน การแผ่รังสีเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น การใช้เครื่องย่างไฟฟ้า การนำความร้อนเป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการถ่ายเทความร้อนโดยตรงจากพลังงานของโมเลกุลภายในของแข็ง เช่น การถ่ายเทผ่านภาชนะบรรจุโลหะหรืออาหารแข็ง การพาความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยกลุ่มโมเลกุลซึ่งเกิดการเคลื่อนที่เนื่องจากมีความหนาแน่นต่างกันหรืออุณหภูมิต่างกัน เช่น อากาศได้รับความร้อนหรือมีการกวน ของเหลวที่ถูกกวน โดยทั่วไปจะเกิดการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 แบบพร้อมกัน แต่การถ่ายเทความร้อนชนิดหนึ่งอาจสำคัญกว่าอีก 2 ชนิด ตามแต่กรณี (วิไล, 2545)

1. การถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (conductive heat transfer)

การถ่ายเทความร้อนเป็นการถ่ายเทพลังงานระดับโมเลกุล ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกายภาพของวัตถุ (physical movement) โดยทั่วไปการนำความร้อนจะเกิดขึ้นในวัตถุที่เป็นของแข็งทึบ (รุ่งนภา, 2535) อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนกำหนดโดยความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอาหารและตัวกลางในการให้ความร้อน หรือทำให้เย็นลง และความต้านทานโดยรวมของการถ่ายเทความร้อน อัตราการถ่ายเทความร้อน คำนวณได้จาก

$$Q = kA(T_2 - T_1) / x$$

เมื่อ	Q (J/s)	=	อัตราการถ่ายเทความร้อน
	k (J/ms k) หรือ W/mK)	=	ค่าการนำความร้อน
	A (m^2)	=	พื้นผิว
	$T_2 - T_1$ (^0C)	=	ความแตกต่างของอุณหภูมิ
	x (m)	=	ความหนาของวัตถุ

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการนำความร้อนมีหลายประการ เช่น ลักษณะธรรมชาติของอาหาร อุณหภูมิและความดันรอบๆ อาหาร อุณหภูมิของตัวกลางในการให้ความร้อนแก่อาหาร ค่าการนำความร้อนแก่อาหาร และความร้อนจำเพาะของอาหาร เป็นต้น (วิไล, 2545)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของของเหลวบางชนิด

คุณสมบัติ	ค่าการนำความร้อน (W/m K)	ความร้อนจำเพาะ (kJ/kg K)	ความหนาแน่น (kg/m^3)	ความหนืด (Ns/m^2)	อุณหภูมิ (^0C)
อากาศ	0.024	1.005	1.29	1.73×10^{-5}	0
	0.031	1.005	0.94	2.21×10^{-5}	100
ออกซิเจน	--	0.92	--	1.48×10^{-5}	20
สารทำความเย็น 12	0.0083	0.92	--	--	--
น้ำ	0.57	4.21	1,000	1.79×10^{-3}	0
	0.68	4.21	958	0.28×10^{-3}	100
สารละลายซูโครส 20 %	0.54	3.8	1,070	1.92×10^{-3}	20
นมสดเต็มรูป	0.56	3.9	1,030	2.12×10^{-3}	20
หางนม	--	--	--	2.80×10^{-3}	10
ครีม (20% ไขมัน)	--	--	1,040	1.40×10^{-3}	25

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ที่มา: Earle (1983) Peleg และ Bagley (1983) และLewis (1987)

ตารางที่ 2 ค่าการนำความร้อนของอาหารและวัสดุบางชนิด

วัสดุและอาหาร	ค่าการนำความร้อน (W/mK)	อุณหภูมิที่ทำการวัด (^{0}C)
วัสดุ		
เมทัลไลซ์	220	0
ทองแดง	388	0
สแตนเลส	21	20
โลหะอื่นๆ	45-400	0
กระดาษกล่อง	0.07	20
แก้ว	0.52	20
โพลีเอทธิลีน	0.55	20
อาหาร		
นมสดเต็มรูป[1]	0.56	20
น้ำแอปเปิ้ล	0.56	20
น้ำ[1]	0.57	0

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

[1] ตั้งสมมติฐานว่าไม่มีการพาความร้อนเกิดขึ้น

ที่มา: Earle (1983) Lewis (1987) และWoodams และ Nowrey (1968)

ตารางที่ 1 และ 2 แสดงค่าการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร แม้ว่าสแตนเลสจะนำความร้อนได้ต่ำกว่าเมทัลไลซ์และทองแดง แต่ค่าดังกล่าวไม่เป็นตัวจำกัดอัตราการถ่ายเทความร้อนเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารซึ่งมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่ามาก นอกจากนี้สแตนเลสยังไวต่อปฏิกิริยาน้อยกว่าโลหะชนิดอื่นๆ จึงนิยมใช้ทำเครื่องมือที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการแปรรูปต่างๆ โดยเฉพาะกับอาหารที่มีความเป็นกรด (วิไล, 2545)

2. การถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convective heat transfer)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของของเหลวจะทำให้ความหนาแน่นของของเหลวเปลี่ยนไปด้วย มีผลทำให้เกิดการไหลเวียนหรือการพาแบบธรรมชาติ ส่วนการพาแบบบังคับ (forced convection) จะเกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่องกวนมีผลทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงขึ้น และกระจายอุณหภูมิได้รวดเร็วกว่าการพาแบบธรรมชาติ รวมถึงการที่ของเหลวถูกปั๊มผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในกระบวนการต่างๆ (วิไล, 2545 และรุ่งนภา, 2535) อัตราการถ่ายเทความร้อนของของเหลวไปยังผิวหน้าอาหารคำนวณได้จาก

$$Q = h_s A(T_b - T_s)$$

เมื่อ	Q (J/s)	=	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน
	h_s (W/m^2 K)	=	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนหรือผิวหน้า
	A (m^2)	=	พื้นที่ผิว
	T_s (^{0}C)	=	อุณหภูมิที่ผิวหน้าวัตถุ
	T_b (^{0}C)	=	อุณหภูมิของของเหลว (bulk fluid)

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้า (surface heat transfer coefficient) วัดได้จากความต้านทานต่อการไหลของความร้อนซึ่งเกิดจากฟิล์มบางๆ รอบวัตถุ โดยมีค่าเท่ากับ k/x ในสมการการนำความร้อน ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้าอาหารในการไหลแบบเทอร์บุเลนซ์จึงมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้าในการไหลแบบสตรีมไลน์ แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้าวัตถุในตารางที่ 3

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้าวัตถุ

สสาร	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวหน้า h_s ($W/m^2 K$)	การประยุกต์ใช้
ของเหลวกำลังเดือด	2,400-60,000	การระเหย
ไอน้ำอิ่มตัวที่กำลังควบแน่น	12,000	การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง การระเหย
ไอน้ำควบแน่น		
มีอากาศผสม 3%	3,500	การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง
มีอากาศผสม 6 %	1,200	การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง
แอมโมเนียควบแน่น	6,000	การแช่เยือกแข็ง การแช่เย็น
ของเหลวไหลผ่านท่อ		
มีความหนืดต่ำ	1,200-6,000	การพาสเจอไรซ์
มีความหนืดสูง	120-1,200	การระเหย
อากาศที่กำลังเคลื่อนที่ (3m/s)	30	การแช่เยือกแข็ง การอบ
อากาศนิ่ง	6	ห้องเย็น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ที่มา: วิไล (2545) ดัดแปลงจากรายงานของ Loncin และ Merson (1979) และ Earle (1983)

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการถ่ายเทความร้อนผ่านอากาศจะช้ากว่าการถ่ายเทความร้อนผ่านของเหลว ดังนั้นในการให้ความร้อนหรือการทำให้เย็นที่ใช้ตัวกลางการถ่ายเทความร้อนเป็นอากาศจึงต้องใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีขนาดใหญ่ และอัตราการถ่ายเทความร้อนจะสูงขึ้นเมื่อใช้อากาศที่เคลื่อนที่ ส่วนไอน้ำควบแน่นจะให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าน้ำร้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน และการที่มีอากาศอยู่ในไอน้ำจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง

3. การแผ่รังสีความร้อน (radiative heat transfer)

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี จะเกิดขึ้นระหว่างสองพื้นผิวโดยการแผ่และดูดซับในเวลาต่อมาของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ตัวกลางในการแพร่ความร้อนเหมือนในแบบการนำหรือการพา ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนแบบนี้จึงเกิดขึ้นในสุญญากาศได้ (รุ่งนภา, 2535)

2.2.2 หลักการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนในระดับพาสเจอไรซ์

การผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุ จะมีหลักการที่สำคัญ คือ เครื่องดื่มต้องได้รับความร้อนเพียงพอ และนานพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และต้องบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท (hermetic container) ซึ่งจะมีหน้าที่ป้องกันการปนเปื้อนหลังผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการแล้ว (สายวรุฬ และวรรณา, 2534) ดังนั้นในกระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มด้วยความร้อน จึงจำเป็นที่เครื่องดื่มต้องได้รับความร้อนอย่างน้อยในระดับการฆ่าเชื้อทางการค้า (commercial sterility) ซึ่งในบางผลิตภัณฑ์ก็มีคุณภาพเพียงพอเป็นที่น่าพอใจ หรือในบางผลิตภัณฑ์อาจทำให้เสื่อมคุณภาพเสียไป เนื่องจากระดับความร้อนนั้นสูงเกินไป ฉะนั้นจึงต้องให้ความร้อนที่เหมาะสม (นวรัตน์, 2541) ซึ่งการพาสเจอไรซ์ (pasteurization) เป็นกระบวนการใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่อาจเพิ่มขึ้นในเครื่องดื่ม มีผลทำให้เกิดการเสื่อมเสีย ต้องใช้เวลาและอุณหภูมิที่เพียงพอในการทำลายจุลินทรีย์ เช่น พวกยีสต์ใช้อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 2-3 นาทีในการทำลาย ส่วนสปอร์ของเชื้อราใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที พวกแบคทีเรียแลคติก จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ส่วนสปอร์ของแบคทีเรียไม่สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส (มณฑาทิพย์, 2538)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

การพาสเจอไรซ์เซชั่น อาจจะแบ่งเป็น 2 วิธี คือ แบบต่อเนื่อง (continuous) และแบบไม่ต่อเนื่อง (dis-continuous)

แบบต่อเนื่อง โดยวิธีทำให้ร้อนและเย็นลงอย่างรวดเร็ว (flash pasteurization and cooling) วิธีนี้จะช่วยลดอัตราการสูญเสียกลิ่นรส และสีของเครื่องดื่มได้ เนื่องจากระยะเวลาที่ให้ความร้อนจะสั้นมาก หลักสำคัญของวิธีการนี้ คือ ทำให้เครื่องดื่มเย็นลงอย่างรวดเร็วภายหลังการใช้ความร้อน จากนั้นก็บรรจุเครื่องดื่มลงในภาชนะบรรจุที่สะอาดทันที ความร้อนที่ใช้ประมาณ 82-90 องศาเซลเซียส เวลา 2-3 นาที เครื่องมือสำคัญที่ใช้ คือ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) และระบบบรรจุแบบปลอดเชื้อ (aseptic filling system)

แบบไม่ต่อเนื่อง หลังจากเครื่องดื่มถูกบรรจุลงในภาชนะบรรจุแล้ว จะมีการปิดผนึกและฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อ (กุลวดี, 2530)

เนื่องจากอาหารเสื่อมเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่อยู่ในอาหารจึงต้องการความร้อนในกระบวนแปรรูปเพื่อช่วยให้อาหารมีความคงตัว และยืดอายุการเก็บรักษา ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการถนอมอาหารด้วยความร้อนให้ดีขึ้น เพื่อคงคุณค่าทางอาหาร เกิดความประหยัด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ศูนย์ศึกษาแนวพระราชดำริ, 2546)

นอกจากนี้อาจแบ่งกระบวนการพาสเจอไรซ์ออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบช้าอุณหภูมิต่ำ (low temperature long time, LTLT) เป็นระบบที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันที เป็นวิธีที่ง่ายสามารถทำได้ในระดับครัวเรือน

2. ระบบเร็วอุณหภูมิสูง (high temperature short time, HTST) เป็นระบบที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิในระดับสูงขึ้นแต่ใช้เวลาสั้นลงคือ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงโดยเร็ว (สมเพียร, 2542 และคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2543)

การพาสเจอไรซ์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร คือทำลายแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ (pathogenic) และไม่สร้างสปอร์ หรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย แต่ทั้งนี้จะต้องเก็บอาหารไว้ในสภาพที่จุลินทรีย์จะเจริญได้น้อยที่สุด โดยร่วมกับวิธีการแช่เย็นหรือการเติมสารเคมี เป็นต้น อุณหภูมิและเวลาที่ใช้จะขึ้นกับความต้านทานของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์และเซลล์ (vegetative cell) ที่ต้องการทำลายและยังขึ้นกับคุณค่าทางอาหารที่เหลืออยู่หลังจากได้รับความร้อน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีที่สุด (รุ่งนภา, 2535) มักพิจารณาให้ความร้อนแบบนี้กับอาหารเมื่อ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- อาหารนั้นได้รับความร้อนสูงเกินไปจะเกิดการเสื่อมคุณภาพ เช่น ถ้าได้รับความร้อนสูงเกินไปโปรตีนจะจับตัวกันเป็นก้อน
- ต้องการทำลายเฉพาะเชื้อโรคเท่านั้น
- จุลินทรีย์กลุ่มที่ทำให้อาหารนั้นเสียได้เป็นพวกที่ทนความร้อนได้ไม่สูงนัก เช่น ยีสต์ในน้ำผลไม้
- มีการถนอมอาหารวิธีอื่นมาร่วมด้วย เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ยังหลงเหลืออยู่ในอาหาร เช่น การเก็บน้ำนมไว้ในอุณหภูมิต่ำ
- ต้องการให้อาหารที่ทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการแล้ว ยังคงมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ในการแปรรูปอาหาร เช่น การเติมจุลินทรีย์ลงไปในน้ำนมเพื่อให้เกิดการหมักเป็นเนยแข็ง

การถนอมอาหารอื่นๆ ที่สามารถใช้ร่วมกับการพาสเจอไรซ์ ได้แก่

- การแช่เย็น
- การรักษาอาหารให้ปลอดเชื้อ โดยการบรรจุไว้ในภาชนะปิดสนิท
- การรักษาสภาพแวดล้อมให้มีสภาวะไร้ออกซิเจนในภาชนะปิด
- การเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลาย เช่น นมข้นหวาน

- การเติมสารเคมีบางชนิด เช่น กรดอินทรีย์บางชนิด และสารกันเสีย (สุมาลี, 2535; บุหลัน และทัสนี, 2544; Man และ Jones, 1994 และ Kilcast และ Subramaniam, 2000)

2.2.3 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ (factors determining time-temperature of thermal process)

1. ชนิดของอาหาร (type of foods)

ความเป็นกรดด่างของอาหาร จะมีความสำคัญต่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (obligate anaerobes) หรือที่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobes) เนื่องจากสปอร์บางชนิดที่ทนทานความร้อนได้สูงมากนั้นไม่สามารถเจริญและก่อให้เกิดอันตรายในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง

การให้ความร้อนแก่อาหารเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของค่าความเป็นกรดด่าง และการเสียของอาหารจะเป็นแบบใดก็ขึ้นอยู่กับระดับของค่าความเป็นกรดด่างด้วย

2. องค์ประกอบและธรรมชาติของผลิตภัณฑ์อาหาร

ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (water activity, A_w) คือ ปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ อาหารกระป๋องส่วนใหญ่จะมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี สูงกว่า 0.98 ดังนั้นจุลินทรีย์และสปอร์สามารถเจริญเติบโตได้ดีทำให้ต้องการความร้อนในการฆ่าเชื้อมากขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ความข้นหนืด (viscosity / consistency) ชนิดและลักษณะชิ้นของอาหารจะมีผลต่ออัตราการส่งผ่านความร้อน

การดูดคืนน้ำ (dehydration) ขององค์ประกอบในอาหาร สปอร์อาจเจริญได้ถ้าอาหารและองค์ประกอบดูดคืนน้ำได้ไม่เพียงพอในระหว่างการแปรรูป สปอร์เหล่านี้จะทนความร้อนได้นานกว่าในความร้อนแห้ง (สุมาลี, 2535 และทิพาพร, 2546)

3. ชนิด จำนวน และความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์

สามารถใช้ความร้อนทำลายยีสต์ และราส่วนใหญ่ได้ง่ายกว่าแบคทีเรีย ส่วนสปอร์ของแบคทีเรียสามารถทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ทั่วไป (vegetative cell) นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อยังขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น ถ้าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมากเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ในกระบวนการฆ่าเชื้อก็จะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หมด ก่อให้เกิดปัญหาอาหารผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (under process) ได้ (ทิพาพร, 2546)

4. ค่าความต้านทานความร้อน (heat resistance)

ความต้านทานความร้อน หมายถึง ปริมาณความร้อนสูงสุด คิดเป็นค่าเวลาและอุณหภูมิที่เชื้อจุลินทรีย์จะทนมีชีวิตอยู่ได้ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับค่าความต้านทานความร้อน ได้แก่ ค่า D ค่า Z และค่า F ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในส่วนต่อไป

2.2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทนความร้อนของจุลินทรีย์

การที่เซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากน้อยแตกต่างกันนั้น บางอย่างขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ แต่บางอย่างเป็นลักษณะของจุลินทรีย์เอง ในประชากรจำนวนหนึ่งของเซลล์หรือสปอร์จะมีความสามารถทนความร้อนแตกต่างกัน

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทนความร้อนของเซลล์หรือสปอร์ ซึ่งมีความสำคัญในการเปรียบเทียบความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ และการใช้ความร้อนในการทำลายจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ได้แก่

1. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายเซลล์หรือสปอร์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้จะลดน้อยลง ถ้าให้อุณหภูมิสูงขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2. จำนวนประชากรเริ่มต้นของสปอร์ (หรือเซลล์) ถ้ามีจำนวนมาก ยิ่งต้องใช้ความร้อนในการทำลายสูงขึ้น

3. ประวัติของเซลล์ และสปอร์ การเจริญของเซลล์หรือสปอร์ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันก่อนจะถูกนำมาทำลายนั้นมีผลต่อการทนความร้อน เช่น

อาหารเลี้ยงเชื้อ เซลล์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารอาหารครบถ้วนมาก่อนจะทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่เหมาะสม ถ้ามีสารช่วยการเจริญอยู่ในอาหารนั้นด้วยจะทนความร้อนยิ่งขึ้น จึงเป็นคำตอบหนึ่งในการอธิบายว่า เหตุใดจุลินทรีย์ที่เจริญในน้ำสกัดจากตับ หรือน้ำคั้นจากผักจึงทนความร้อนได้ดีกว่าเดิม ถ้าอาหารมีกลูโคสเพียงเล็กน้อยจะช่วยให้เซลล์ทนความร้อนดีขึ้น แต่ถ้ามีกลูโคสมากเกินไปจะทำให้เกิดกรดในอาหารมากจนทำให้เซลล์ทนความร้อนได้น้อยลง เกลือบางชนิดในอาหาร เช่น ฟอสเฟตและแมกนีเซียมจะไปทำให้สปอร์ทนความร้อนได้น้อยลง

อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มเชื้อ อุณหภูมิในขณะที่เซลล์เจริญหรือสร้างสปอร์จะมีอิทธิพลต่อการทนความร้อนของจุลินทรีย์ ถ้าจุลินทรีย์เจริญที่อุณหภูมิเหมาะสม (optimal temperature) หรือสูงกว่าเล็กน้อย จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้เพิ่มขึ้น เช่น *Escherichia coli* ที่เจริญที่อุณหภูมิ 38.5 องศาเซลเซียส จะทนความร้อนได้ดีกว่าพวกที่เจริญในอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

อายุ การทนความร้อนของเซลล์จะแตกต่างกันไปตามระยะของการเจริญ แบคทีเรียจะทนความร้อนได้ดีที่สุดเมื่อเจริญเต็มที่ ในสปอร์ก็เช่นเดียวกัน สปอร์ที่ยังไม่เจริญเต็มที่จะทนความร้อนได้น้อยกว่าสปอร์ที่เจริญเต็มที่แล้ว สปอร์บางชนิดจะทนความร้อนได้ดีในสัปดาห์แรก แต่หลังจากนั้นแล้วความทนทานจะลดลง

ความแห้ง สปอร์แห้งของแบคทีเรียบางชนิดทำลายได้ยากกว่าสปอร์เปียก

4. ส่วนประกอบของสับสเทรตที่เซลล์หรือสปอร์เจริญอยู่ในขณะให้ความร้อน ส่วนประกอบของสับสเทรตที่มีความสำคัญต่อระยะเวลาที่ให้ความร้อนในอุณหภูมิที่กำหนด ได้แก่

ความชื้น ความร้อนชื้นจะให้ผลในการทำลายเซลล์ได้ดีกว่าความร้อนแห้ง วัสดุแห้งจะต้องใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อสูงกว่าวัสดุเปียก เช่น การฆ่าเชื้อในอาหารหรือเครื่องมือต่างๆ ในหม้อนึ่งความดัน (autoclave) จะใช้ความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ถึง 30 นาที เท่านั้น ในขณะที่ต้องใช้ความร้อนสูง 160 ถึง 180 องศาเซลเซียส ในการฆ่าเชื้อในเครื่องมือต่างๆ ในเตาอบ (hot air oven) เป็นเวลานานถึง 3-4 ชั่วโมง (ทิพาพร, 2546 และสุมาลี, 2535) โดยธรรมชาติจุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการความชื้นแตกต่างกัน เชื้อแบคทีเรียต้องการความชื้นสูงกว่ายีสต์และรา (สมเพียร, 2542)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ค่าความเป็นกรดด่าง โดยทั่วๆ ไปเซลล์หรือสปอร์จะทนความร้อนได้ดีที่สุดเมื่ออยู่ในสับสเทรตเป็นกลางหรือเกือบเป็นกลาง ดังนั้น การเพิ่มความเป็นกรดด่างให้กับสับสเทรตจะทำให้ความทนทานของจุลินทรีย์ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มความเป็นกรดจะให้ผลมากกว่า (สุมาลี, 2535) ฉะนั้นการปฏิบัติในทางการค้าจึงมีการเติมสารในอาหารเพื่อทำให้สารนั้นมีสภาพเป็นกรด เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนสูงและเวลานาน อันจะมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของอาหารนั้น (สมเพียร, 2542)

การให้ความร้อนสูงอาจเป็นสาเหตุให้ค่าความเป็นกรดด่างในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำและปานกลางลดลง ยิ่งถ้าในอาหารเดิมมีค่าความเป็นกรดด่างสูงเมื่อได้รับความร้อนจะยิ่งทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงมากขึ้น

องค์ประกอบอื่นๆ ของสับสเทรต เช่น เกลือในอาหารซึ่งมักจะเติมอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำช่วยป้องกันสปอร์จากความร้อนได้ น้ำตาลจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับเซลล์และสปอร์บางชนิด ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมในการป้องกันจะแตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ เช่น ถ้าเป็นพวกออสโมฟิลิกแบคทีเรีย จะต้องใช้ความเข้มข้นสูง แต่ถ้าไม่ใช่ก็ต้องใช้ความร้อนต่ำ ซึ่งความสามารถในการป้องกันความร้อนจะสัมพันธ์กับค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่ลดลงด้วย (ทิพาพร, 2546 และสุมาลี, 2535)

2.2.5 การทนความร้อนของจุลินทรีย์และสปอร์

การทนความร้อนของจุลินทรีย์แสดงด้วยค่าการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (thermal death time, TDT) ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาในการใช้ในการทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิกำหนด แต่ทั้งนี้จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะทนความร้อนแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

การทนความร้อนของยีสต์และสปอร์

การทนความร้อนของยีสต์และสปอร์จะแตกต่างกันไปตามชนิดของยีสต์และชนิดของสับสเตรต โดยทั่วไปแอสโคสปอร์จะถูกทำลายด้วยความร้อน 100 องศาเซลเซียส สปอร์จะถูกทำลายหมด เซลล์ยีสต์มักจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 50 ถึง 58 องศาเซลเซียส ในเวลา 10 ถึง 15 นาที ดังนั้นการพาสเจอไรซ์น้ำนม (62.8 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที) และการอบขนมปัง (97 องศาเซลเซียส) จึงสามารถทำลายยีสต์ได้หมด

การทนความร้อนของราและสปอร์

รา และสปอร์ส่วนใหญ่ จะถูกทำลายที่ความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในเวลา 5 ถึง 10 นาที แต่มีบางสปีชีส์ทนความร้อนได้ดี สปอร์สามารถทนความร้อนได้ดีกว่าไมซีเลียมเล็กน้อย จากการศึกษาพบว่า *Aspergillus, Penicillum* และ *Mucor* บางสปีชีส์จะทนความร้อนได้ดีกว่าราชนิดอื่น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สปอร์ของราจะทนความร้อนแห้งได้ดี จากรายงานต่างๆพบว่า ความร้อนแห้ง 120 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ยังไม่สามารถทำลายสปอร์ของราชนิดที่ทนความร้อนได้เลย

การทนความร้อนของแบคทีเรียและสปอร์

เซลล์ของแบคทีเรียจะทนความร้อนได้แตกต่างกัน เช่น พวกเชื้อโรคจะถูกทำลายได้ง่าย แต่พวกเทอร์โมฟายล์อาจต้องใช้ความร้อนสูง 80 ถึง 90 องศาเซลเซียส นานหลายนาที เป็นต้น

การทนความร้อนของแบคทีเรียจะมีปัจจัยบางประการเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น

- แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทนความร้อนได้ดีกว่าพวกที่ไม่สร้างสปอร์
- แบคทีเรียสร้างสปอร์พวกเทอร์โมไฟล์ ทนความร้อนได้ดีกว่าแบคทีเรียสร้างสปอร์มีโซไฟล์
- เซลล์แบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม (cocci) สามารถต้านทานความร้อนได้สูงกว่าเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นท่อน (rod shaped)
- แบคทีเรียที่จับกันเป็นกลุ่มหรือที่สร้างแคปซูล (capsule) ถูกทำลายได้ยากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการจับตัว หรือไม่สร้างแคปซูล
- เซลล์แบคทีเรียที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มากจะทำลายได้ยากกว่าเซลล์

ปกติ (วิลาวัณย์, 2537 และวราวุฒิ, 2538)

การทนความร้อนของสปอร์แบคทีเรียจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแบคทีเรียและสภาพแวดล้อม ในขณะเกิดสปอร์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สปอร์อาจทนได้แตกต่างกันตั้งแต่ 1 นาที จนถึง 20 ชั่วโมง ในบางครั้งแบคทีเรียที่เจริญร่วมกับแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ดีจะทนความร้อนได้ดีกว่าเดิม เช่น การเจริญร่วมกันของ *Clostridium perfringens* กับ *Clostridium sporogenes* (สุมาลี, 2535)

การทนความร้อนของเอนไซม์

ตามปกติอุณหภูมิ 79.4 องศาเซลเซียส เพียงพอในการทำลายเอนไซม์ของอาหารหรือจุลินทรีย์ ดังนั้นในการกำหนดให้ใช้อุณหภูมิในการทำลายจุลินทรีย์ในอาหารจึงมักจะควบคุมการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวได้ ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุประสงค์หนึ่งของกระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนก็เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม บางครั้งความร้อนที่ใช้ก็ไม่สามารถทำลายเอนไซม์ทุกชนิด ดังนั้น เอนไซม์นั้นอาจส่งผลกระทบต่ออาหารได้ภายหลัง ดังเช่นในกรณีที่มีเอนไซม์ไฮโดรเลส (hydrolases) เช่น โปรติเนสและไลเปส เป็นต้น เหลืออยู่ภายหลังจากที่อาหารผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง (ultrahigh temperature) ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน (วราวุฒิ, 2538)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการทนความร้อนของจุลินทรีย์ต่างๆ

จุลินทรีย์	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
ยีสต์		
Vegetative cell	50-80	10-15
Ascospore	60-70	10-15
มียกเว้นบางชนิด		
เชื้อรา		
Vegetative cell	60-70	5-10
สปอร์ทั่วไป	60-70	5-10
ยกเว้นสปอร์และ Scleratia ของรา		
บางชนิดทนความร้อนได้สูงมาก		
แบคทีเรีย		
แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์:		
Vegetative cell ทั่วไป	80	10
Nesisseria gonorhveae	50	2-3
Salmonella typhosa	60	4-5
Staphylococcus aureus	60	18.8
E.coli	57	18
Streptococcus thermophilus	70-75	15
Lactobacillus bulgaricus	71	30
สปอร์ของแบคทีเรีย:	เวลาในการฆ่าเชื้อที่ 100 องศา	
Bacillus anthracis	เซลเซียส	15
Bacillus cereus		6-10
Bacillus subtilis		15-20
Clostridium tetani		5-15
Clostridium perfringens		5-10
Clostridium botulinum (Type A, B)		300-330
Bacillus stearothermophilus		>1030

ที่มา: ไพโรจน์ (2546)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2.2.6 การหาค่าการทำลายเชื้อด้วยความร้อนของจุลินทรีย์

การหาค่าการทำลายเชื้อด้วยความร้อนของจุลินทรีย์ตามวิธีของ Esty และ Meyer (1992) เป็นวิธีง่ายๆ ซึ่งทำได้ดังนี้คือ บรรจุสารแขวนลอย (suspension) ของสปอร์หรือเซลล์ของจุลินทรีย์จำนวนมาตรฐานในสารละลายบัฟเฟอร์ หรือในอาหารเหลวลงในหลอดแก้วเล็กๆ แล้วอุดจุกให้แน่น นำไปให้ความร้อนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ตามลำดับ จากนั้นทำให้เย็นทันที นำสารแขวนลอยนี้ไปเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมเพื่อหาจำนวนเชื้อที่ยังไม่ตาย

การเตรียมสารแขวนลอยของสปอร์ (หรือเซลล์)

นำจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิหนึ่ง ปล่อยให้เจริญหรือสร้างสปอร์จนเต็มที่ แล้วย้ายเชื้อออกจากอาหาร โดยการล้างแยกออกไปถ้าเลี้ยงไว้ในอาหารแข็ง หรือปั่นให้ตกตะกอนแยกออกไปถ้าเลี้ยงไว้ในอาหารเหลว ต้องมีการระวังในการจับกลุ่ม อย่าให้มีการจับกลุ่มกันเพราะถ้าเกิดการจับกลุ่มของสปอร์จะทำให้ผลที่ได้ผิดพลาด บางครั้งอาจจะต้องบ่มสารแขวนลอยของสปอร์อีก 24 ชั่วโมง เพื่อให้การสร้างสปอร์เป็นไปอย่างสมบูรณ์ นำสารแขวนลอยสปอร์ไปพาสเจอไรซ์ เพื่อทำลายเซลล์ซึ่งอาจเป็นตัวช่วยป้องกันความร้อนให้หมดไป แล้วจึงนำไปหาจำนวนต่อหนึ่งหน่วยโดยวิธีนับโดยตรงหรือเพาะเชื้อนับโคโลนี แล้วนำสารแขวนลอยไปเจือจางในอาหารที่ใช้ทดสอบ (heating medium) ซึ่งอาจจะเป็นบัฟเฟอร์ฟอสเฟตหรืออาหารเหลวก็ได้ ให้มีความเข้มข้นตามต้องการแล้วดูดสารแขวนลอยที่เจือจางแล้วนี้ใส่หลอดแก้วเล็กๆหลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุกแล้วนำไปแช่เย็นทันที (วิลาวัณย์, 2537 และสุมาลี, 2541)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

การให้ความร้อน

การให้ความร้อนกับซัสเพนชันหรือสปอร์ในหลอดแก้วนั้น จะทำให้อ่างน้ำที่สามารถควบคุมความร้อนได้ ในอ่างจะมีเครื่องเขย่า (shaker) ด้วย อาจใช้น้ำมันแทนน้ำได้ถ้าต้องการความร้อนสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส การให้ความร้อนจะทำที่อุณหภูมิเดียวกันทั้งหมดแต่ระยะเวลาไม่เท่ากันแล้วแต่จะกำหนด สิ่งที่ควรระวังในการให้ความร้อนคือ

(1) หลอดอาหารที่จะให้ความร้อนควรจะเก็บไว้ในอุณหภูมิที่กำหนดเดียวกันก่อน เช่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือแช่ไว้ในน้ำแข็งก่อน ประมาณ 30 วินาที จึงนำไปให้ความร้อน

(2) ถ้าใช้น้ำมันในการให้ความร้อนต้องเช็ดหลอดอาหารให้แห้ง เพื่อป้องกันน้ำมันกระเด็น

(3) ถ้านำหลอดอาหารที่แช่เย็นแล้วใส่ในอ่างให้ความร้อนในเวลาเดียวกันหลายๆ หลอดพร้อมกัน อาจทำให้อุณหภูมิของน้ำในอ่างลดลง

(4) ควรทำซ้ำหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องแน่นอน

(5) การให้ความเย็นหลังจากให้ความร้อนแล้วควรทำในทันทีซึ่งมักใช้วิธีแช่น้ำแข็ง (วิลาวัณย์, 2537)

การตรวจหาสปอร์และเซลล์ที่ยังมีชีวิต

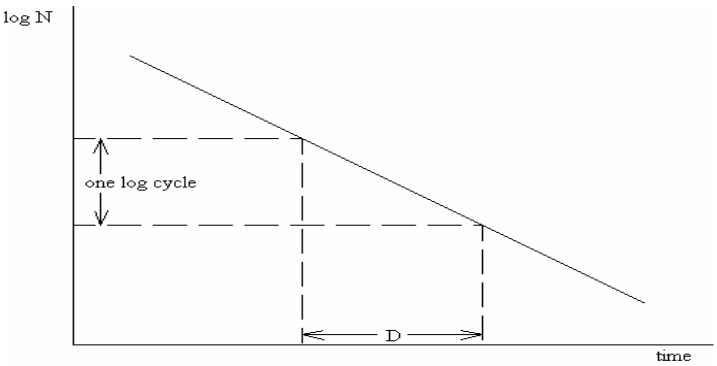
ถ้าสับสเทรตที่ใช้ในการให้ความร้อนนั้นเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์อยู่แล้วและจุลินทรีย์นั้นสามารถเจริญได้ในสภาวะไร้ออกซิเจน สามารถนำหลอดอาหารนั้นไปบ่มที่อุณหภูมิที่เหมาะสมได้ในทันที แต่ถ้าสับสเทรตไม่เหมาะสม ให้นำไปเพาะเชื้อในอาหารที่เหมาะสม ถ้ามีการเจริญของจุลินทรีย์ให้นับจำนวนไว้ อาหารที่ใช้ในการตรวจหาการเจริญของจุลินทรีย์นั้นสำคัญมาก เนื่องจากสปอร์หรือเซลล์ที่ได้รับความร้อนแล้วจะต้องการสารอาหารมากกว่าปกติ (สุมาลี, 2541)

การเขียนกราฟการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (TDT curve)

ในการคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน มีสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ 3 ตัว คือ D Z และ F โดยตัวแปรเหล่านี้บอกให้ทราบถึงความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์และบ่งชี้ว่าการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อนั้นๆ มีผลในการฆ่าเชื้อมากเท่าไร

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

1. ค่า D (decimal reduction time หรือ death rate constant) หมายถึง ความสามารถในการทนต่อความร้อนของจุลินทรีย์หรือหมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ลงร้อยละ 90 ของที่มีอยู่ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่า D แตกต่างกัน



D = 1/ความชัน

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์และเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่
ที่มา: Singh และ Heldman (1993)

การหาค่า D ทำได้โดยใส่สปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนแน่นอนลงในภาชนะบรรจุ แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่โดยใช้เวลานานต่างๆ กัน ข้อมูลที่ได้นำมาแสดงในรูปของกราฟซึ่งเป็นกึ่งลอการิทึม (semi-logarithmic graph) ดังภาพที่ 1 โดยจำนวนสปอร์ที่รอดชีวิตจะเขียนไว้ในแกนตั้งและเวลาให้อยู่ในแนวนอน เส้นที่ได้จะเป็นกราฟอัตราการตายของสปอร์เส้นที่ลากผ่านจุดเหล่านี้จะใช้แทนกราฟการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (TDT curve) ได้ โดยกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง แสดงว่าอัตราการตายของจุลินทรีย์คงที่ ในทางทฤษฎีไม่สามารถทำลายแบคทีเรียให้เหลือศูนย์ได้เลย เห็นได้จากกราฟแสดงการอยู่รอดไม่ลดลงถึงศูนย์ จึงเป็นเพียงการทำให้จุลินทรีย์ลดเหลือใกล้ศูนย์มากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ (สุมาลี, 2541 และสายวรุฬ, 2546)

สายวรุฬ (2546) ได้กล่าวถึงลำดับความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ไว้ ดังนี้ จุลินทรีย์ที่มีค่า D_{250} มากกว่า 1 เป็นพวกที่ทนต่อความร้อนได้สูงมาก (extremely high heat resistance)

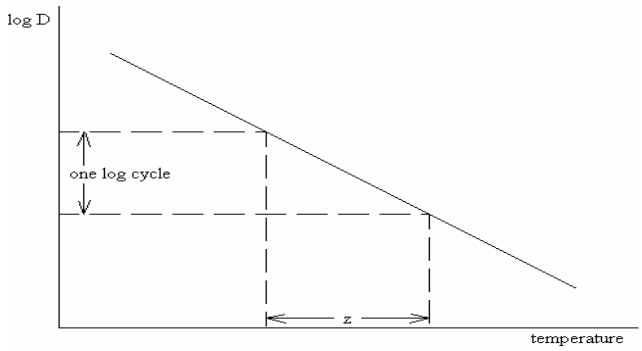
มากกว่า 0.1 เป็นพวกที่ทนความร้อนได้สูง (high heat resistance)

มากกว่า 0.01 เป็นพวกที่ทนต่อความร้อน (heat resistance)

น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01 ไม่ทนต่อความร้อน (not heat resistance)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2. ค่า Z (thermal resistance constant) หมายถึง อุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือองศาเซลเซียสที่ต้องการเปลี่ยนแปลงกราฟการทำลายเชื้อด้วยความร้อนลงไป 10 เท่า ถ้าทราบค่า D ของสารแขวนลอยสปอร์ที่กำหนดให้ที่อุณหภูมิต่างๆ จะสามารถเขียนกราฟการทำลายเชื้อด้วยความร้อนได้ โดยนำค่า D (นาที) มาเขียนแกนตั้ง และอุณหภูมิ (°F) เขียนไว้ในแกนนอน และจากเส้นตรงนี้จะสามารถหาค่าการทำลายเชื้อด้วยความร้อนต่างๆ ในแต่ละอุณหภูมิที่ไม่ได้ทดลองได้ ซึ่งความชันของเส้น (slope) ให้แทนค่าด้วย Z ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (thermal death time curve)

ที่มา: Singh และ Heldman (1993)

นอกจากนี้ระดับการให้ความร้อนในอาหารขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในอาหารแต่ละชนิด ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่า D และค่า Z ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่า D และ Z ในการพาสเจอไรซ์อาหารเพื่อทำลายจุลินทรีย์บางชนิด

จุลินทรีย์	ค่า D (นาที) D_{180} - D_{150}	ค่า Z (องศาฟาเรนไฮต์)
เชื้อโรคและจุลินทรีย์ซึ่งสร้างสารพิษ		
Prucella spp.	0.1-0.2	8-10
Mycobacterium tuberculosis	0.2-3.0	8-10
Coxiella burnetti	0.5-6.0	8-10
Salmonella spp.	0.02-0.25	8-10
Staphylococcus aureus	0.2-2.0	8-12
Staphylococcus pyogenes	0.2-2.0	8-12
Clostridium botulinum (Type E spore)	0.1-3.0	9-16
จุลินทรีย์ซึ่งก่อให้อาหารเน่าเสีย (spoilage microorganism)		
แบคทีเรียซึ่งไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และเชื้อรา	0.5-3.0	8-12

ที่มา: ไพโรจน์ (2546)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3. ค่า F (thermal death time) คือ ระยะเวลาหน่วยเป็นนาทีที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนแน่นอนในอาหารภายใต้สภาวะที่กำหนด การใช้ค่า F จำเป็นต้องบอกระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน และบอกค่า Z ของจุลินทรีย์ที่เป็นเป้าหมาย เขียนสัญญลักษณ์เป็น F_T^Z โดยคำนวณได้จากสูตร เพื่อหาเวลาที่ต้องการลดจำนวนสปอร์เริ่มต้นลงมาถึงจำนวนที่ต้องการหลังจากผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่อุณหภูมิหนึ่ง ดังนี้

$$F = D(\text{Log } N_0 - \text{Log } N_f)$$

เมื่อ D คือ เวลาเป็นนาทีที่อุณหภูมิคงที่ สามารถฆ่าได้ร้อยละ 90 ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่

F คือ เวลาในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่ง (นาที)

N_0 คือ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

N_f คือ จำนวนจุลินทรีย์ที่เหลือรอดสุดท้ายหลังจากได้รับความร้อน

โดยค่า Z และค่า F นี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนประชากร การทนความร้อนของจุลินทรีย์ และชนิดของอาหารที่ใช้ในขณะให้ความร้อน ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบกระบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน อาจแสดงค่า F ที่อุณหภูมิอื่นนอกเหนือไปจาก 250 องศาฟาเรนไฮต์ ค่านี้สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{Lethal Rate} = 10^{(T - T_{ref})/Z}$$

เมื่อ Z คือ อุณหภูมิที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนแปลงไป 1 วงจรลอการิทึม

T คือ อุณหภูมิที่จุดที่ร้อนช้าที่สุดในภาชนะ

T_{ref} คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอ้างอิง

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

อัตราการทำลาย (lethal rate) เป็นการแสดงความทนทานต่อความร้อนสูงของแบคทีเรียนั้น สามารถแสดงโดยเส้นกราฟของการทำลายด้วยความร้อน ซึ่งเป็นเวลาที่ต้องใช้ในการทำลายสปอร์ของแบคทีเรียได้สูงที่สุดที่อุณหภูมิหนึ่งๆ จากกราฟของเวลาและอุณหภูมินี้จะให้ค่าอัตราการทำลายของแต่ละอุณหภูมิบนเส้นกราฟที่ให้ความร้อน หรือทำให้เย็นลงของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในแต่ละจุดบนกราฟของการให้ความร้อนหรือกราฟการทำให้เย็นในระหว่างการฆ่าเชื้อจะเป็นตัวแทนแสดงค่าของเวลา อุณหภูมิ และอัตราการทำลาย (ไพบูลย์, 2532)

ค่าอัตราการทำลายมีความสำคัญโดยเฉพาะเมื่อต้องการหาประสิทธิภาพในการฆ่า (lethal effect) ของช่วงอุณหภูมิที่กำลังให้ความร้อนแต่ยังไม่ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ (come-up portion) และช่วงที่กำลังทำให้เย็น (cool-down portion) (ทิพาพร, 2546) ดังตัวอย่างในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตัวอย่างข้อมูลการคำนวณหาอัตราการทำลาย (T_{ref} = 140^{0}C และ Z =11^{0}C)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ ณ จุดกึ่งกลาง (^{0}C)	อัตราการตาย (วินาที)
0.8	107	0.001
1.8	114.8	0.005
2.8	122.4	0.025
3.8	128.7	0.094
4.8	132.9	0.226
5.8	136.25	0.456
6.8	138.3	0.701
7.8	139.4	0.882
8.8	140	1.000
9.8	140	1.000
10.8	140	1.000
11.8	140	1.000
12.8	129.2	0.104
13.8	117.25	0.008
14.8	111	0.002
15.8	108	0.001
		6.505

ที่มา: Singh และ Heldman (1993)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2.3 บรรจุภัณฑ์

2.3.1 ความหมายและประเภทของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ หมายถึง ภาชนะหรือโครงสร้างใดๆ ที่ใช้เพื่อบรรจุ ห่อหุ้มและรวบรวมผลิตภัณฑ์ให้เป็นหน่วย เพื่อนำผลิตภัณฑ์ถึงผู้บริโภคในสภาพที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังรวมถึงฉลากและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการมัดหรือปิดภาชนะบรรจุด้วย (ขวัญใจ, 2541)

ในการเลือกบรรจุภัณฑ์อาหาร ผู้ประกอบการจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

ประเภทของอาหาร

การปรับปรุงและพัฒนาอาหาร

บรรจุภัณฑ์อาหาร

1. ประเภทของอาหาร สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทดังต่อไปนี้

1.1 ชนิดของแห้ง เช่น เส้นหมี่อบแห้ง เห็ดหอมแห้ง

1.2 ชนิดของเหลว เช่น น้ำผลไม้ต่างๆ เครื่องดื่มชนิดต่างๆ

1.3 ชนิดความเข้มข้น เช่น เครื่องแกง กะปิ น้ำตาลมะพร้าว

1.4 ชนิดเป็นเมล็ด เช่น ข้าวสาร น้ำตาลทราย เมล็ดถั่วต่างๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2. การปรับปรุงและพัฒนาอาหาร

การปรับปรุงและพัฒนาอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาคุณภาพ คุณค่า และยืดอายุอาหารให้ยาวนานขึ้น โดยการควบคุมเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อราไม่ให้เจริญเติบโต หรือเติบโตในอัตราที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ การยืดอายุอาหารนี้สามารถทำได้ในกระบวนการก่อนการบรรจุอาหารลงในบรรจุภัณฑ์ เช่น การตากแห้ง การต้มโดยใช้ความร้อน และการทำพาสเจอไรซ์ เป็นต้น

3. บรรจุภัณฑ์อาหาร

บรรจุภัณฑ์ได้จากการแปรรูปวัสดุต่างๆ เช่น การแปรรูปเยื่อไม้ไปเป็นกระดาษ จากทรายหรือซิลิกอนออกไซด์ไปเป็นแก้ว จากเหล็กเป็นกระป๋องโลหะ และจากผลผลิตของการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมไปเป็นพลาสติก บรรจุภัณฑ์แบ่งออกได้เป็นระบบปิดและระบบเปิด บรรจุภัณฑ์ระบบเปิดอนุญาตให้อากาศและความชื้นผ่านเข้าออกได้ แต่ระบบปิดจะป้องกันการผ่านเข้าออกของสารดังกล่าวระบบปิดจึงสามารถเก็บผลิตภัณฑ์อาหารได้ยาวนานกว่าระบบเปิด การศึกษาเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์นั้นเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ โดยที่เป็นศาสตร์ หมายถึง การศึกษาและพัฒนาวัสดุที่ใช้การบรรจุภัณฑ์ ส่วนที่เรียกว่าศิลป์นั้นหมายถึงรูปลักษณะของบรรจุภัณฑ์ สีสันและความสวยงามของฉลาก

2.3.2 หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์

1. บรรจุภัณฑ์จะมีส่วนช่วยถนอม ยืดอายุ และช่วยป้องกันคุ้มครองผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการป้องกันหรือลดการซึมผ่านของไอน้ำ อากาศ กลิ่น ความร้อน จากภายนอกไม่ให้เข้าไปปะปนกับผลิตภัณฑ์อาหาร และยังทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อาหารไหลซึมผ่านออกสู่ภายนอกบรรจุภัณฑ์อีกด้วย

2. บรรจุภัณฑ์ช่วยลดการกระแทก การแตกหัก บุบสลายของผลิตภัณฑ์อาหาร ตลอดจนช่วยให้การขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ให้ข้อมูลทางโภชนาการแก่ผู้บริโภค เช่น ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหาร แหล่งผลิต ปริมาณการบรรจุ วัน เดือน ปี ที่ผลิตและวันหมดอายุ วิธีการบริโภคหรือการใช้

4. ดึงดูดให้ผู้บริโภคซื้อสินค้า ทำได้จากการออกแบบรูปลักษณ์ภายนอกของบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนการบรรจุหีบห่อที่สวยงาม สะอาด ถูกหลักอนามัย น่าสัมผัส น่าซื้อ น่ารับประทาน

5. บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ก่อให้เกิดความสะดวก และประหยัดเวลา ยกตัวอย่างเช่น อาหารบางประเภทถูกออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อให้สามารถใช้ได้กับตู้ไมโครเวฟ ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่าการปรุงอาหารโดยใช้เตาหุงต้มแบบธรรมดา บรรจุภัณฑ์ทำให้เกิดความง่าย สะดวกและประหยัดในการขนส่ง เช่น การนำเอากล่องกระดาษลูกฟูกมาใช้ในการขนส่งสินค้า (สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2.3.3 ประเภทของภาชนะบรรจุ

ประเภทของภาชนะบรรจุแยกตามวัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตได้ 4 ประเภท คือ

1. เยื่อ และกระดาษ นับได้ว่าเป็นภาชนะบรรจุที่ใช้มากที่สุด และมีแนวโน้มใช้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการรีไซเคิลได้ง่าย กระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีหลายประเภท และสามารถพิมพ์ตกแต่งได้ง่ายและสวยงาม นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังผู้ใช้เนื่องจากสามารถพับได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

2. พลาสติก เป็นวัสดุที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก คุณประโยชน์ของพลาสติก คือ มีน้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง สามารถต่อต้านการทำลายของแบคทีเรีย และเชื้อรา มีคุณสมบัติหลายอย่างที่สามารถเลือกใช้ในงานที่เหมาะสม พลาสติกบางชนิดยังเป็นฉนวนกันความร้อนอีกด้วย พลาสติกสามารถนำไปขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ได้ 2 แบบด้วยกันคือ ฟิล์มพลาสติก และภาชนะพลาสติก

ฟิล์มพลาสติก ทำมาจากฟิล์มชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานเช่น

- ใช้ห่อสินค้า เช่น ลูกกวาด ท๊อฟฟี่ ขนมปัง
- ฟิล์มหด จากการใช้ความร้อน เช่นการทำฉลากสินค้า ฟิล์มที่ใช้ คือ โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC), โพลีเอทิลีน (polyethylene) เพราะมีคุณสมบัติในการติดผนึกและหดตัวได้ดีเมื่อถูกความร้อน
- ฟิล์มยืด เป็นฟิล์มที่ยืดได้เล็กน้อยเมื่อถูกดึงให้ยืดออก ใช้ในการรัดกล่องกระดาษลูกฟูกหรือสิ่งของที่วางอยู่บนแผ่นไม้หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่ง (pallet) ให้ยึดติดกันแน่นไม่ให้หล่นในระหว่างการขนส่ง ฟิล์มที่ใช้คือ โพลีสไตรีน (polystyrene, PS)
- ฟิล์มหลายชั้น ได้จากการนำฟิล์มชั้นเดียวมาติดกันโดยใช้ความร้อน (lamination) และสามารถขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ เช่น ถุงกาแฟ ขนมขบเคี้ยวต่างๆ
- ฟิล์มหลายชั้น ยังสามารถทำได้จากการเป่าฟิล์มมากกว่าหนึ่งชนิดพร้อมๆ กัน (co-extrusion) ทำให้สามารถเพิ่มคุณค่า คุณสมบัติทางกายภาพ การทนความร้อน และการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ดียิ่งขึ้น (สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากเอกสารบรรจุภัณฑ์กับการใช้งานที่ได้รับจากบริษัทเขาช่องได้ระบุไว้ว่า ภาชนะพลาสติก ที่นิยมใช้ในการบรรจุอาหาร ได้แก่ โพลีเอทิลีน (polyethylene) โพลีโพรพิลีน (polypropylene, PP) โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) และโพลีสไตรีน (polystyrene, PS) ในที่นี้จะขอกล่าวถึงโพลีโพรพิลีน และโพลีสไตรีนเท่านั้นเนื่องจากใช้เฉพาะบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดนี้ในการวิจัย

- บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ทำจากโพลีสไตรีน (PS) โดยพื้นฐานแล้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ทนการกระแทกสูง (high impact polystyrene, HIPS) จะขุ่นเหนียว และชนิดทั่วไป (general purpose polystyrene, GPPS) จะใสแต่เปราะ ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ โดยทั่วไป ได้แก่ สามารถขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่างๆ ได้ดี ทนทานต่อความร้อนและความเย็นได้ประมาณ –20 ถึง 80 องศาเซลเซียส สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี ไม่ทนทานต่อน้ำมัน และกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ไม่ดี

บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากโพลีสไตรีน สามารถขึ้นรูปเป็นถาดบรรจุผัก ผลไม้ ขนมและอาหารแห้ง ซึ่งไม่ต้องการระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานนัก รวมถึงถ้วยใสซึ่งทำจาก GPPS ซึ่งเหมาะสำหรับใส่เครื่องดื่มที่แสดงออกถึงสีสันของเครื่องดื่มที่อยู่ภายใน คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ทำจากโพลีสไตรีนแสดงดังตารางที่ 7

บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ทำจากโพลีโพรพิลีน (PP) มีคุณสมบัติโดยทั่วไป ดังนี้ ทนต่อน้ำมัน ทนความร้อนและความเย็นได้ดี ประมาณ –30 ถึง 110 องศาเซลเซียส สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี ป้องกันความชื้นได้ดี แต่ไม่ป้องกันออกซิเจน ขุ่น และมีความคงตัวต่ำ สามารถนำเข้าไปใช้งานในเตาไมโครเวฟรวมถึงบรรจุอาหาร และผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรซ์ได้ นอกจากนี้ยังเหมาะสมที่จะใช้บรรจุอาหาร หรือขนมที่มีน้ำมันได้โดยไม่เกิดการอ่อนตัวเหมือนโพลีสไตรีน คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ทำจากโพลีโพรพิลีน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของพลาสติกแต่ละประเภท

ชนิดของพลาสติก	ความหนาแน่น (kg/m^3)	การดูดซึมน้ำ (24 h) (%)	อัตราการแพร่ผ่านของไอน้ำ (38^0C, 90% RH) (g/25 μm per m^2d)	อัตราการแพร่ผ่านของออกซิเจน (25^0C, 50% RH) (cm^3/25 μm per m^2d)	ความโปร่งแสง
โพลีโพรพิลีน	900-910	0.01-0.03	11	2400-3800	ต่ำ
โพลีสไตรีน	1030-1070	0.05-0.07	120	2700	ดี
โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง	945-965	0.01	4.7	2100-2900	ดี
โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ	900-930	0.01	16-24	7100-7800	ดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ที่มา: Paine และ Paine (1992)

3. แก้ว นับเป็นภาชนะบรรจุที่มีความเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยากับสารเคมีชีวภาพต่างๆ เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ และรักษาคุณภาพสินค้าได้ดีมาก ข้อดีของแก้วคือ มีความใสและทำเป็นสีต่างๆ ได้ สามารถทนต่อแรงกดได้สูงแต่เปราะแตกง่าย ในด้านสิ่งแวดล้อมแก้วสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้ง และสามารถหมุนเวียนนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้ สิ่งที่พึงระวังในเรื่องการบรรจุ คือ ฝาขวดแก้วจะต้องเลือกใช้ฝาที่ได้ขนาด และต้องสามารถปิดได้สนิทแน่น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุของสินค้า

4. โลหะ ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหาร วัสดุที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

1. เหล็กเคลือบดีบุก เป็นภาชนะบรรจุที่แข็งแรงป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อม และสภาวะอากาศ การลงทุนในการผลิตไม่สูงนักและไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้บรรจุอาหารได้ดี เนื่องจากสามารถปิดผนึกได้สนิทและฆ่าเชื้อได้ด้วยความร้อน

2. เมทัลไลซ์ มีน้ำหนักเบา อีกทั้งมีความแข็งแรงทนต่อการซึมผ่านของอากาศ ก๊าซ แสง และกลิ่นรสได้ดี มักใช้เคลือบกับวัสดุอื่นซึ่งให้ภาพลักษณ์ที่ดีเนื่องจากความเงาวับของเมทัลไลซ์และเป็นตัวเหนี่ยวนำความเย็นได้ดี

แผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์คือเมทัลไลซ์ที่รีดให้เป็นแผ่นบางๆ (กัลยา, 2536) ในการใช้งานปิดปากภาชนะจะประกบกับพลาสติก เช่น โพลีเอทีลีน (PE) จนสนิทเป็นเนื้อเดียวกัน โดยเมทัลไลซ์จะทำหน้าที่เป็นวัสดุป้องกันไอน้ำและอากาศ ส่วนพลาสติกจะเป็นวัสดุในการปิดผนึก เพราะจะละลายติดกับปากภาชนะพลาสติกเมื่อถูกความร้อน ชนิดของแผ่นเมทัลไลซ์ปิดปากภาชนะ มี 2 ชนิด คือ

1. อย่างหนา เป็นเมทัลไลซ์ที่มีความหนา ขนาด 60 ไมครอน ประกบกับพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) หนา 90 ไมครอน

2. อย่างบาง เป็นเมทัลไลซ์ที่มีความหนา 30 ไมครอน ประกบกับพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) หนา 100 ไมครอน ชนิดนี้ปิดผนึกได้ดี (นวรัตน์, 2541)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2.3.4 การเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

เป็นการใช้ความรู้จากวิทยาการที่รวมเทคโนโลยี 2 สาขาเข้าด้วยกัน คือ เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์

1. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วย กระบวนการผลิต กระบวนการบรรจุ และกระบวนการเก็บรักษา

- กระบวนการผลิต ได้แก่ การตากแห้งซึ่งเป็นพื้นฐานของการถนอมอาหาร การใช้ความเย็นเพื่อชะลอการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด การใช้ความร้อนเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ

- กระบวนการบรรจุ ได้แก่ การบรรจุแบบปลอดเชื้อ การปรับสภาวะภายในภาชนะที่ใช้บรรจุ เช่น การลดพื้นที่ว่างในภาชนะ (head space) การทำให้เกิดสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ และการอัดแก๊สเฉื่อย (O_2, CO_2, N_2) ลงในภาชนะ หรือเรียกว่าบรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะอากาศ (modified atmosphere packaging, MAP) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกระบวนการบรรจุที่สำคัญอีก 2 อย่างคือ การควบคุมและเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของแก๊สและอุณหภูมิภายใน (controlled atmosphere packaging, CAP) หรือการใส่สารเคมีลงในซองพลาสติกเล็กๆ แล้วใส่ลงไปร่วมกับ

ผลิตภัณฑ์ (active atmosphere packaging, AAP) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการดูดออกซิเจนและความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์

- กระบวนการเก็บรักษา ได้แก่ การเก็บในห้องเย็นแช่แข็ง การเก็บในตู้เย็น และการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

2. เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ที่ดีไม่ควรให้ความสำคัญแต่ในเรื่องของความสวยงาม รูปลักษณ์ และฉลากที่สร้างความประทับใจต่อผู้บริโภคเพียงอย่างเดียว ควรมองและมีความเข้าใจในภาพรวมของบรรจุภัณฑ์โดยให้ความสำคัญของบรรจุภัณฑ์ในการจะช่วยทำหน้าที่รักษาคุณภาพ และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ยืนนานที่สุดเท่าที่จะทำได้

- การป้องกันเชิงรับ หมายถึง บรรจุภัณฑ์ที่สามารถทำหน้าที่ในการป้องกันการรั่วซึมผ่านของผลิตภัณฑ์ ความชื้น อากาศ แสง ความร้อน และความเย็น

- การป้องกันเชิงรุก หมายถึง การนำเอาความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความสลับซับซ้อน และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์ปลอดเชื้อ บรรจุภัณฑ์ปรับสภาวะอากาศ และบรรจุภัณฑ์พิเศษ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- การประเมินอายุอาหาร หมายถึง การประมาณหรือคำนวณระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์อาหารสามารถเก็บอยู่ในบรรจุภัณฑ์โดยที่คุณภาพและคุณลักษณะของอาหารยังเหมือนเดิม หรืออยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ การคำนวณอายุอาหารจะต้องอาศัยข้อมูลจากตัวอาหารเอง คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ และสภาวะที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารนั้น การทราบข้อมูลต่างๆ ทำให้สามารถทำนายอายุอาหารได้อย่างคร่าวๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมาก เพราะจะทำให้สามารถเลือกบรรจุภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับอายุอาหารที่ต้องการ (สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547)

2.3.5 การป้องกันการปนเปื้อนและการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนวัสดุบรรจุภัณฑ์

เนื่องจากวัสดุบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกจะมีการปนเปื้อนอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต ฉะนั้นจึงมีวิธีการป้องกันการปนเปื้อนและวิธีการฆ่าเชื้อดังต่อไปนี้

1. การป้องกันการปนเปื้อน

ในการป้องกันการปนเปื้อนจำเป็นต้องให้กระบวนการผลิตวัสดุบรรจุภัณฑ์อยู่ในห้องสะอาด (clean room) และต้องเก็บรักษาวัสดุบรรจุภัณฑ์ในสถานที่เก็บซึ่งไม่มีฝุ่นละอองและมีการจัดการอย่างถูกสุขลักษณะ การเพิ่มความชื้นเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตก็สามารถทำได้ แต่อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อราในห้องเจริญเติบโตได้ดี จึงต้องระวังเรื่องวิธีการและสภาวะการ

จัดเก็บให้เหมาะสม รวมทั้งต้องมีการจัดการสภาพแวดล้อมในขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารให้ถูกสุขลักษณะด้วยเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

2. การฆ่าเชื้อบนวัสดุบรรจุภัณฑ์

โดยปกติวิธีการฆ่าเชื้อบนวัสดุบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบที่เป็นแผ่น และแบบถาดจะใช้สารฆ่าเชื้อหรือรังสีอัลตราไวโอเลต

1. วิธีการฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อ สารฆ่าเชื้อที่รู้จักกันโดยทั่วไป คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารฆ่าเชื้อกลุ่มคลอไรด์ แอลกอฮอล์ สารประกอบไอโอดีน เป็นต้น แต่เมื่อพิจารณาความสามารถในการฆ่าเชื้อ ความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยแล้ว มักนิยมใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การฆ่าเชื้อวัสดุบรรจุภัณฑ์โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นั้นไม่ใช่พิจารณาเพียงแค่ความเข้มข้นและอุณหภูมิเท่านั้น ต้องพิจารณาวิธีการด้วย เช่น วิธีการทา (ทาพื้นผิวด้วยลูกกลิ้ง) วิธีการจุ่มแช่ (จุ่มแช่ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์) วิธีการสเปรย์พ่น หลังจากฆ่าเชื้อแล้วจะต้องไล่หรือกำจัดไล่หรือกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยการใช้ลมร้อน (hot air) หรือวิธีการอื่นๆ เป็นต้น

2. วิธีการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต ในการฆ่าเชื้อบนวัสดุบรรจุภัณฑ์ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตนั้นมักจะใช้อุปกรณ์ผลิตรังสีอัลตราไวโอเลตแรงสูงฆ่าเชื้อบนวัสดุบรรจุภัณฑ์แบบ แผ่นฟิล์มก่อนขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์แบบถ้วย (สุวิมล, 2546)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์

2.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์อาหารที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอไรซ์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์ และน้ำผลไม้ เป็นการพาสเจอไรซ์หลังการบรรจุอาหารลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกจะใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศ หรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำ อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปยัง 40 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์ กระบวนการพาสเจอไรซ์อาหารหลังการบรรจุมีทั้งแบบกะและแบบต่อเนื่อง เครื่องมือที่ง่ายที่สุดประกอบด้วยอ่างน้ำร้อนซึ่งจะให้ความร้อนแก่อาหารที่บรรจุภาชนะแล้ว และวางในเครื่องให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะมีการปล่อยน้ำเย็นเข้าไปเพื่อทำให้อาหารเย็นลง สำหรับในระบบต่อเนื่องจะมีสายพานลำเลียงอาหารที่บรรจุแล้วเข้าไปในหน่วยให้ความร้อนและหน่วยทำให้เย็นลง (วิไล, 2545) ระบบพาสเจอไรซ์อื่นๆ อาจจะประกอบด้วยอุโมงค์ที่แบ่งหน่วยให้ความร้อนเป็นหลายหน่วย มีการพ่นละอองน้ำซึ่งละเอียดมากเพื่อให้ความร้อนแก่

อาหารในบรรจุภัณฑ์บนสายพานที่ผ่านเข้ามาในแต่ละหน่วย อุณหภูมิของอาหารจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการพาสเจอไรซ์อย่างสมบูรณ์ ในส่วนการทำให้เย็นจะมีละอองน้ำฉีดลงมาด้วยเช่นกัน การหมุนเวียนน้ำทำได้โดยใช้น้ำในส่วนของการให้ความร้อนเบื้องต้น (pre-heating) ซึ่งจะเย็นลงโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอาหารที่ผ่านเข้ามาและในส่วนการทำให้เย็นซึ่งจะร้อนขึ้นด้วยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอาหารที่มีอุณหภูมิสูงหลังได้รับความร้อน (Anon, 1981)

ภาพที่ 3 เครื่องพาสเจอไรซ์แบบอุโมงค์
ที่มา : รุ่งนภา (2535) อ้างจาก APV (1988)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ข้อดีของการใช้อุโมงค์ไอน้ำในการพาสเจอไรซ์ (steam tunnel) เทียบกับเครื่องพาสเจอไรซ์ที่มีขนาดเล็กคือ การให้ความร้อนที่เร็วกว่าและใช้เวลาในการให้ความร้อนแก่อาหารสั้นกว่า อุณหภูมิในหน่วยให้ความร้อนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นโดยการลดปริมาณของอากาศในส่วนผสมของไอน้ำและอากาศ การทำให้เย็นทำได้โดยการฉีดละอองน้ำหรือโดยการแช่ผลิตภัณฑ์ลงในอ่างน้ำเย็น (วิไล, 2545)

2.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ

การพาสเจอไรซ์อาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มากนัก อาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดปาดผิว หรือใช้หม้อต้มเปิดในการต้มก็ได้ อย่างไรก็ตามการพาสเจอไรซ์ของเหลวที่มีความหนืดต่ำก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม น้ำผลไม้ เบียร์ และไวน์ นิยมใช้เครื่องที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ และผลิตภัณฑ์บางชนิดจำเป็นต้องมีขั้นตอนการกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา อาหารเหลวเหล่านี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศ และมีการกำจัดอากาศออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอไรซ์

1. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดขูดผิว (scraped-surface heat exchanger)

ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ ความร้อนที่เกิดขึ้นในท่อมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน ความต้านทานที่เกิดขึ้นนี้สามารถลดลงได้น้อยที่สุด ถ้าผิวในท่อถูกขูดออกไปอย่างต่อเนื่อง การขูดจะทำให้ถ่ายเทความร้อนได้ดีขึ้น (รุ่งนภา, 2535) ข้อดีที่สำคัญของเครื่องนี้ คือ เหมาะที่จะใช้กับอาหารข้นหนืด และอาหารที่มีขนาดชิ้นเล็กกว่า 1 เซนติเมตร และสามารถปรับเปลี่ยนการใช้กับอาหารได้หลายชนิดโดยการเปลี่ยนรูปทรงเลขาคณิตของโรเตอร์ อย่างไรก็ตามต้องใช้เงินลงทุนสูงมากสำหรับเครื่อง และไม่สามารถนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ได้ นิยมใช้เครื่องนี้ในการเตรียมซอสผลไม้ (วิไล, 2545)

2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate heat exchanger)

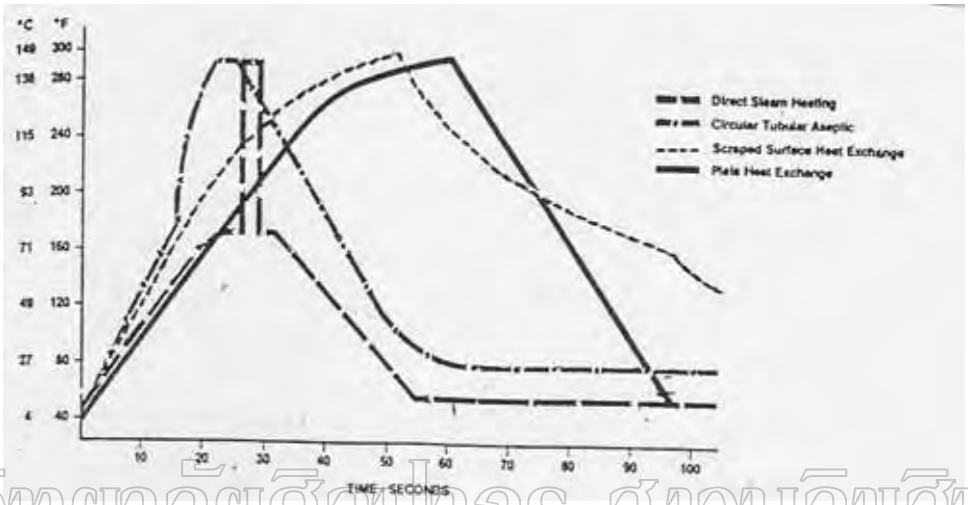
ประกอบด้วยแผ่นเหล็กแสตนเลสบางๆ หลายแผ่นวางประกบและยึดติดกันด้วยกรอบโลหะ การประกบเรียงเช่นนี้จะทำให้เกิดช่องขนานกันระหว่างแผ่นอาหารเหลวและตัวกลางถ่ายเทความร้อน เช่น น้ำร้อนหรือไอน้ำ ซึ่งจะถูกปั๊มผ่านช่องเหล่านี้สลับกัน โดยส่วนใหญ่จะไหลในลักษณะสวนทางกัน (counter-current flow) แผ่นโลหะทั้งหมดจะถูกปิดแน่นด้วยยางสังเคราะห์เพื่อป้องกันการผสมกันระหว่างผลิตภัณฑ์และตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและการทำให้เย็น มีข้อจำกัด คือ ความเร็วในการไหลต่ำทำให้การให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอ และเกิดของแข็งตกค้างทำให้ต้องทำความสะอาดบ่อย สามารถใช้กับอาหารเหลวที่มีความหนืดต่ำเท่านั้น แต่มีข้อดี คือ ราคาค่อนข้างถูก ใช้พื้นที่และน้ำน้อย มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง (นำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ได้มากกว่าร้อยละ 90) ปรับอัตราการผลิตได้โดยการเพิ่มหรือลดจำนวนแผ่นถ่ายเมความร้อน และตรวจเช็คเครื่องได้ง่ายเพียงถอดแผ่นโลหะออกมา (วิไล, 2545) แสดงดังภาพที่ 4

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 4 การพาสเจอไรซ์โดยการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

ที่มา: รุ่งนภา (2535) อ้างจาก APV (1988)

การเลือกใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใดนั้น จะขึ้นกับชนิดของอาหาร ซึ่งรุ่งนภา (2535) ได้เปรียบเทียบความแตกต่างของการให้ความร้อน และการทำให้เย็นลงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 4 ชนิด ได้แก่ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีใบขูดผิว และการใส่ไอน้ำเข้าไปโดยตรง ดังในภาพที่ 5 จะแสดงกราฟเวลาและอุณหภูมิที่ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 4 ชนิดนี้



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 5 กราฟเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดต่างๆ
ที่มา: รุ่งนภา (2535) อ้างจาก APV (1988)

ในความเป็นจริงแล้วกราฟเวลาและอุณหภูมิของอาหารแต่ละชนิดในแต่ละระบบจะมีลักษณะเฉพาะตัว อย่างไรก็ตาม จากภาพที่ 5 สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้ระบบในการฆ่าเชื้อภายนอกภาชนะบรรจุให้เหมาะสมได้เช่น ในระบบการให้ไอน้ำโดยตรง (direct steam infusion) แบบท่อ (tubular) นั้น จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ นม หรือไอศกรีมซึ่งเมื่อได้รับความร้อนสูงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสได้ (รุ่งนภา, 2535)

2.4.3 กระบวนการแปรรูปแบบกะและแบบต่อเนื่อง

การแปรรูปอาหารทำได้ทั้งแบบกะ และแบบต่อเนื่อง การเลือกกระบวนการต่างกันจะมีผลต่อการออกแบบเครื่องมือ โดยทั่วไปข้อดีของการแปรรูปแบบกะเมื่อเทียบกับแบบต่อเนื่องคือ

1. มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิดหรือเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตได้

2. ใช้เงินลงทุนสำหรับเครื่องจักเครื่องมือต่ำกว่า

3. การทำงานและการควบคุมง่ายกว่า

ข้อเสียที่สำคัญ คือ

1. ใช้แรงสูงกว่า

2. ใช้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสำหรับพลังงานและน้ำสูง ประสิทธิภาพในการใช้วัตถุดิบและพลังงานต่ำกว่า

3. ใช้พื้นที่มากกว่า

4. ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอกันน้อยกว่า

ข้อดีของการผลิตแบบต่อเนื่องคือ สามารถประหยัดพลังงาน พื้นที่ และแรงงานได้มากกว่า ทำให้ได้ผลกำไรกลับคืนมาเร็ว ให้อัตราการผลิตสูง สามารถควบคุมกระบวนการได้ง่ายกว่าทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและความสม่ำเสมอดีกว่า นิยมใช้การผลิตต่อเนื่องเมื่อต้องการการผลิตผลิตภัณฑ์ในปริมาณสูง ในทางกลับกันการผลิตแบบต่อเนื่องจะมีความยืดหยุ่นในการใช้งานต่ำกว่าแบบกะ แม้ว่าการพัฒนาการควบคุมแบบอัตโนมัติจะช่วยปรับปรุงความเร็วและทำให้สามารถเปลี่ยนผลิตภัณฑ์หรืออัตราการผลิตได้ง่ายขึ้น เงินลงทุนสำหรับการผลิตแบบต่อเนื่องจะแพงกว่าแบบกะ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

นิยมใช้การแปรรูปแบบกะในกรณีที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรต่างกันในแต่ละวันหรือแต่ละอาทิตย์และการผลิตปริมาณน้อยหรือเมื่อมีการผลิตเป็นช่วงๆ เท่านั้นทำให้ไม่คุ้มค่าในการลงทุนเครื่องมือที่ใช้ระบบต่อเนื่อง (วิไล, 2545)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1.1 วัตถุดิบและสารเคมี

วัตถุดิบ

- กาแฟผงชนิดปรุงสำเร็จ จากบริษัท เขาช่องอุตสาหกรรม (1979) จำกัด
- ถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน ขนาดบรรจุ 180 มิลลิลิตร
- ถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน ขนาดบรรจุ 220 มิลลิลิตร
- แผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต (PEP 12/ PE25/ PE11D625 30)
- แผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์

สารเคมี

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- อาหารเลี้ยงเชื้อเพลทเคาท์ อะการ์ (plate count agar, PCA) ของ Merck, Dram Stadt, Germany
- อาหารเลี้ยงเชื้อโพเตโตเดกซ์โตรส อะการ์ (potato dextrose agar, PDA) ของ Merck, Dram Stadt, Germany
- อาหารเลี้ยงเชื้อเอ็น เอ (nutrient agar + $MgSO_4$ $7H_2O$ 0.005 กรัมต่อลิตร) ของ Merck, Dram Stadt, Germany

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์สำหรับการผลิตเครื่องดื่มกาแฟ

- หม้อสแตนเลส และอุปกรณ์เครื่องครัว
- เครื่องวัดอุณหภูมิเทอร์มอคัปเปิล (thermocouple) และเครื่องบันทึกข้อมูล (data logger)
- เตาแก๊ซไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า 1,200 วัตต์
- อ่างน้ำเย็น (cooling bath)
- เครื่องปิดผนึก (sealer)
- เครื่องชั่งสาร 2 ตำแหน่ง (รุ่น BP 3100S, ยี่ห้อ Sartorius)

อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดสี (color-view™ spectrophotometer , รุ่น 9000, ยี่ห้อ Gardner, USA)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer, 0-30%, N1, ยี่ห้อ ATAGO)

อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter , รุ่น PHM 210, Meter Lab)
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว

อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ตู้บ่มเชื้อ
- ตู้ปลอดเชื้อ
- เครื่องอบความร้อนสูงด้วยไอน้ำในการฆ่าเชื้อ (autoclave)
- กล้องจุลทรรศน์
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- เครื่องเหวี่ยง (centrifuge)
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- อุปกรณ์ทดสอบและแบบทดสอบ
- ตู้แช่เย็น

3.2 วิธีการทดลอง

1. การเตรียมกาแฟเย็นสำเร็จรูป (iced coffee mix powder)

เตรียมกาแฟผงสำเร็จรูป 1 กิโลกรัมต่อน้ำร้อน 1.5 ลิตร คนจนละลาย จากนั้นเติมน้ำเย็น 1.5 ลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน

2. ตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำที่ใช้ในการผลิต จากตัวอย่าง 2 แกลลอน ในครั้งนี้ใช้น้ำบริโภคในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟ

3. ตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กาแฟจากโรงงานจำนวน 5 ชุดการผลิต เพื่อคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา โดยใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

3.1 ควรเป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกิดการเสื่อมเสีย

3.2 ควรเป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่พบมากที่สุดในผลิตภัณฑ์นี้

3.3 ควรเป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่สามารถทนความร้อนได้สูงสุดในผลิตภัณฑ์นี้ โดยนำสารละลายกาแฟมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ดังนี้

- 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 10 15 20 25 และ 30 นาที ตามลำดับ
- 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 10 15 20 และ 25 นาที ตามลำดับ
- 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 6 9 12 และ 15 นาที ตามลำดับ

นับจำนวนและดูลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เกิดขึ้น เพื่อพิจารณาคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาต่อไป

4. การเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการศึกษา (ดัดแปลงจาก วิลาวัณย์, 2537)

4.1 การเตรียมสารละลายแขวนลอย (suspension)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- นำเชื้อจุลินทรีย์ที่จะใช้ทดสอบเขี่ยแยกเชื้อ (streak) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (nutrient agar กับ $MgSO_4 \bullet 7H_2O$ 0.005 กรัม) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
- แยกเซลล์ออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยเขี่ยเชื้อลงในหลอดทดลอง เหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นสเตอริไลส์ 1 มิลลิลิตร ดูดส่วนน้ำออก
- เจือจางสารละลายแขวนลอยในน้ำกลั่นสเตอริไลส์ 10 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
- นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ตามข้อ 4.2
- เจือจางสารละลายแขวนลอยในน้ำกลั่นสเตอริไลส์จนได้ความเข้มข้นของเซลล์ตามต้องการ คือ 10×10^6 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (cfu/ml) เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
- ก่อนนำไปใช้ ควรเขย่าด้วยเครื่องกวนชนิดแม่เหล็ก เพื่อให้สารละลายแขวนลอยกระจายตัวดี ไม่เกาะกันเป็นกลุ่มก้อน

4.2 วิธีการนับจำนวนเชื้อเริ่มต้น

- นำตัวอย่างไปเจือจางในสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ให้ได้ความเข้มข้น 10^{-1} –10^{-6} โคโลนีต่อมิลลิลิตร
- นับจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่โดยวิธีการเทเพลท (pour plate) ในอาหารเลี้ยง

เชื้อจุลินทรีย์ (plate count agar, PCA) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

- นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยจำนวนที่นับได้ คือจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

5. การหาระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ณ อุณหภูมิที่กำหนด (thermal death time) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการฆ่าเชื้อในหลอดทดลอง (test tube method)

5.1 นำตัวอย่างกาแฟที่ผ่านการสเตอริไลส์แล้ว 9 มิลลิลิตร เติมสารละลายแขวนลอยที่เตรียมไว้ในข้อ 4.1 โดยใช้ปิเปตดูดเชื้อใส่หลอดแก้วที่ปราศจากเชื้อหลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนชนิดแม่เหล็ก ใช้จำนวนทั้งหมด 21 หลอด ทำซ้ำ 2 ครั้ง นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่ต้องการศึกษา ดังนี้

- 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 15 30 45 และ 60 วินาที ตามลำดับ
- 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 10 20 30 และ 40 วินาที ตามลำดับ
- 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 10 20 30 และ 40 วินาที ตามลำดับ
- 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 5 10 15 และ 20 วินาที ตามลำดับ
- หลอดควบคุม 1 หลอดโดยเสียบเทอร์มอมิเตอร์ไว้ในหลอดนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

5.2 แช่หลอดเชื้อในอ่างควบคุมอุณหภูมิตามอุณหภูมิที่กำหนดให้ระดับน้ำในอ่างน้ำร้อนอยู่เหนือระดับเชื้อในหลอด

5.3 เริ่มจับเวลาการให้ความร้อน เมื่ออุณหภูมิในหลอดควบคุมขึ้นถึงระดับที่ต้องการ

5.4 นำหลอดเชื้อออกจากอ่างน้ำร้อนตามระยะเวลาที่กำหนดในข้อ 5.1 สำหรับการให้ความร้อนในแต่ละอุณหภูมิ เมื่อนำออกจากอ่างน้ำร้อนแล้วแช่หลอดเชื้อในน้ำเย็น อุณหภูมิประมาณ 3-4 องศาเซลเซียสทันที

5.5 นับจำนวนจุลินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่ในแต่ละหลอดโดยวิธีการเทเพลท ใช้ระดับความเจือจางต่างกันตามระยะเวลาที่ให้ความร้อน บ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น คำนวณให้อยู่ในหน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร

5.6 เขียนกราฟการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ (survivor curve) จากความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าลอการิทึม (log) ของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต

5.7 หาค่า D ที่อุณหภูมิต่างๆ ตามที่กำหนดในข้อ 5.1 จากกราฟการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ โดยคำนวณค่า D จากส่วนกลับของความชันกราฟ

5.8 หาค่า Z จากกราฟแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ณ อุณหภูมิที่กำหนด (thermal death time curve, TDT curve) โดยเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของค่า D ที่ได้จากข้อ 5.7 กับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์

6. การหาอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ (lethal rate) ที่ 3 ระดับอุณหภูมิ คือ 65 70 และ 75 องศาเซลเซียส การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิเทอร์มอคัปเปิล และเครื่องบันทึกข้อมูลในการวัดอุณหภูมิและแปลผลข้อมูล

6.1 นำข้อมูลของค่า D และค่า Z ที่ได้มาคำนวณหาค่า F_T^z โดยใช้สมการ $F_T^z = D (\log N_0 - \log N)$ เพื่อใช้กำหนดเวลาในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

6.2 นำตัวอย่างกาแฟจำนวน 500 มิลลิลิตร บรรจุในหม้อสแตนเลส ให้ความร้อนโดยใช้เตาไฟฟ้าที่มีกำลังความร้อน 1,200 วัตต์ โดยใช้เทอร์มอคัปเปิล วัด ณ จุดที่ความร้อนเข้าถึงช้าที่สุด จนมีอุณหภูมิถึงระดับที่กำหนด และทำให้เย็นลงโดยใช้อ่างน้ำเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ระยะเวลาในการให้ความร้อนและทำให้เย็นลงจะต้องมีค่า F เท่ากับที่กำหนดไว้ในข้อ 6.1

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

6.3 พิจารณาเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มต่อไป โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test) ซึ่งเปรียบเทียบกับตัวอย่างกาแฟชงที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน

7. การเปรียบเทียบชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้และศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก

7.1 นำตัวอย่างกาแฟพร้อมดื่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อตามระดับอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ปริมาตร 500 มิลลิลิตรบรรจุในถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) และถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน (PS) เปรียบเทียบการปิดฝาด้วยแผ่นฟิล์มปิดผนึกชนิดพลาสติกลามิเนต และแผ่นฟิล์มปิดผนึกชนิดเมทัลไลซ์ ด้วยเครื่องปิดผนึก ดังนั้นจะมีลักษณะการบรรจุ 4 แบบ ดังนี้

1. ถ้วยโพลีโพรพิลีน (PP) กับฟิล์มเมทัลไลซ์ (Ml)
2. ถ้วยโพลีโพรพิลีน (PP) กับฟิล์มพลาสติกลามิเนต (Pl)
3. ถ้วยโพลีสไตรีน (PS) กับฟิล์มเมทัลไลซ์ (Ml)
4. ถ้วยโพลีสไตรีน (PS) กับฟิล์มพลาสติกลามิเนต (Pl)

7.2 เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิประมาณ 8 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการเก็บรักษา นาน 30 วันหรือจนกระทั่งผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสีย

7.3 ตรวจสอบคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ดังนี้

- ตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ทุก 3 วัน
- วัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง ทุก 3 วัน
- วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี ทุก 3 วัน
- วัดความหนาของชั้นครีม ทุก 3 วัน
- ตรวจสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม ทุก 6 วัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษากับเครื่องดื่มกาแฟที่ผลิตใหม่ และแช่เย็นเก็บไว้ 1 วัน

7.4 จากข้อมูลที่ได้ นำมาใช้พิจารณาคัดเลือกชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้โปรแกรมเชิงเส้น (genernal linear model program, GLM) ออกแบบการทดลองเชิงตัวประกอบ (factorial experiment) เพื่อทดสอบผลการเปลี่ยนแปลงระหว่างอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มในแต่ละบรรจุภัณฑ์ โดยใช้ Least Significant Different (LSD) ในการประมาณค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละบรรจุภัณฑ์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป (SAS Version 8.1, 2000)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบหลัก ประกอบด้วยกาแฟผงสำเร็จรูปซึ่งผ่านการบรรจุจากโรงงาน และคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟบรรจุถ้วยพลาสติก เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบจะต้องใช้เป็นดัชนีที่สำคัญในการกำหนดปริมาณความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อระดับพาสเจอร์ไรซ์ โดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส (Fellow, 2000) ถ้าใช้อุณหภูมิสูงมากเกินไปจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ในทางตรงกันข้ามหากใช้อุณหภูมิต่ำเกินไป อาจไม่เพียงพอต่อการทำลาย หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในเครื่องดื่มกาแฟบรรจุถ้วยพลาสติก ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถทนต่อความร้อน และพบมากในผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน ได้แก่ *Bacillus* sp. และ *Clostridium* sp. (Kotzekidou, 1996)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ (มอก. 1169-2536) มีข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ ดังนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- โคลิฟอร์ม (Coliform) โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus)* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และราต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

ส่วนน้ำบริโภคที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มนั้นมีการกำหนดมาตรฐานโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค (มอก. 257 เล่ม1-2521) กำหนดไว้ ดังนี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร
- โคลิฟอร์ม (Coliform) โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร
- ต้องไม่พบเชื้อ *Escherichia coli*
- ต้องไม่พบเชื้อยีสต์ และรา

4.1 การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบ

กาแฟผงสำเร็จรูป ยี่ห้อ เขาช่อง สูตรคอฟฟี่มิกส์ มอคค่า ซึ่งเป็นกาแฟผสมช็อคโกแลต ประกอบด้วยวัตถุดิบหลัก คือ กาแฟผงร้อยละ 11.60 ครีมเทียมผงร้อยละ 40.13 น้ำตาลร้อยละ 46.64 และโกโก้ผงร้อยละ 1.50 มีคาเฟอีนและแต่งกลิ่นสังเคราะห์

กาแฟผงสำเร็จรูปและน้ำที่ใช้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ในกาแฟผงสำเร็จรูป และน้ำที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟบรรจุถ้วยพลาสติก แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงปรุงสำเร็จและน้ำที่ใช้

วัตถุดิบ	จุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์	จำนวนจุลินทรีย์ [1] (โคโลนีต่อกรัม)
กาแฟผงชนิดปรุงสำเร็จ [1]	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	1.82×10^4
	โคลิฟอร์ม	0
	Staphylococcus aureus	0
	ยีสต์ และรา	0

[1] n = 10

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 9 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงปรุงสำเร็จและน้ำที่ใช้

วัตถุดิบ	จุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์	จำนวนจุลินทรีย์ [1] (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
น้ำที่ใช้ผลิต [1]	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	22
	ยีสต์ และรา	0

[1] n = 4

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ (มอก. 1169-2536) กำหนดว่าต้องไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ 1 กรัม จากการตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงสำเร็จรูปพบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.82×10^4 โคโลนีต่อ

มิลลิลิตร ซึ่งมากกว่าที่มาตรฐานกำหนด โดยการตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ในอาหารเกินกว่ามาตรฐานนั้น บ่งชี้ว่าอาหารนั้นเก็บไว้นานแล้ว และ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบการอาหารไม่สะอาด หรือมีจุลินทรีย์ปนเปื้อน และ/หรือสุขวิทยาส่วนบุคคลของผู้ประกอบการบกพร่อง เช่น ไม่ล้างมือ และ/หรืออาหารนั้นปรุงไม่สุก

ดังนั้นในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในครั้งนี้ จึงต้องลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบลง เพื่อให้กาแฟพร้อมดื่มมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีคุณภาพตามที่กฎหมายกำหนด จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นต้นทำให้ทราบว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในกาแฟผงที่โรงงานส่งมาให้นั้นมีระดับเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินกว่ามาตรฐานมาก แสดงให้เห็นว่าอาจเกิดปัญหาต่อการควบคุมคุณภาพในเรื่องจุลินทรีย์ระหว่างขั้นตอนกระบวนการผลิตกาแฟผงสำเร็จรูป ส่วนสาเหตุที่ทำให้พบเชื้อจุลินทรีย์จำนวนมากในกาแฟผงสำเร็จรูป (three in one) นั้น จากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสอบถามโรงงานเขาช่อง ทางโรงงานสันนิษฐานว่าน่าจะเกิดเนื่องมาจากครีมเทียมเป็นส่วนใหญ่ และได้ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในครีมเทียมเป็นจำนวนมาก ซึ่งครีมเทียมเป็นหนึ่งในส่วนผสมของกาแฟผงสำเร็จรูป และอาจมีจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนซึ่งอาจมีชีวิตเหลือรอดอยู่หลังจากผ่านกระบวนการผลิตหรือการทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตามปกติในระหว่างการทำแห้งแบบพ่นฝอย อาหารเหลวที่พ่นออกมาจะถูกทำให้แห้งด้วยลมร้อน ซึ่งจุลินทรีย์จะถูกทำลายด้วยความร้อนและความแห้ง อาศัยหลักการว่าเมื่อเซลล์ถูกทำให้แห้งมีการเปลี่ยนแปลงบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ ทำให้สารในไซโทพลาสซึมหลุดออกนอกเซลล์ ทำให้เซลล์ตาย หลังจากการทำแห้ง ในระยะแรกจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่จะลดลงอย่างรวดเร็ว ต่อมาจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงอย่างช้าๆ จนในที่สุดคงเหลือแต่เฉพาะจุลินทรีย์ที่ทนความแห้งได้ดีเท่านั้น จุลินทรีย์ที่มักพบในอาหารแห้ง ได้แก่ *Escherichia* sp., *Clostridium* sp., *Pseudomonas* sp., *Streptococcus* sp., *Achromobacter* sp., *Leuconostoc* sp., *Lactobacillus* sp. และ *Microbacterium* sp. สปอร์ของแบคทีเรีย และรา เป็นต้น (Van-Arsdel และคณะ, 1973) ถ้าพบเชื้อในอาหารแห้งแสดงให้ทราบว่าอาหารก่อนการทำแห้งมีความสกปรกอย่างมาก มีเชื้อปนเปื้อนสูง ตัวอย่างอาหารแห้งที่พบเชื้อจุลินทรีย์ เช่น นมผง ตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 200-300 เซลล์จนถึง 1 ล้านเซลล์ต่อกรัม ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของน้ำนมก่อนที่จะนำไปทำแห้ง รวมทั้งกระบวนการทำแห้งที่ใช้ สำหรับจุลินทรีย์ที่มักพบในนมผงได้แก่ *Micrococcus, Streptococcus* และแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ หรือในไข่ผง พบเชื้อ *Micrococcus, Streptococcus*, Coliform และเชื้อที่สร้างสปอร์ได้ เป็นต้น (วราวุฒิ, 2538) ซึ่งกาแฟผงสำเร็จรูปอาจจะเป็นแหล่งอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ง่ายถ้าผ่านการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ

ถ้าหากพิจารณาความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มาจากแหล่งวัตถุดิบต่างๆ แล้ว จะพบว่าในกาแฟผงอาจมีจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตหลังการทำแห้ง โดยในกาแฟดิบพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีความสำคัญในกระบวนการหมักกาแฟดิบ ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่พบมากในกาแฟดิบ เช่น แบคทีเรียชนิดที่สร้างกรด บาซิลลัส และยีสต์ (Varnam และ Sutherland, 1994) ได้แก่ *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Serratia, Bacillus* species, *Cellulomonas*, *Arthrobacter*, *Microbacterium*, *Brochothrix*, *Dermabacter* และ *Lactobacillus* เป็นต้น (Silva, Schwan, Dias และ Wheals, 2000)

ส่วนน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลผงนั้น ปกติจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำตาลดิบและโมลาสมีอยู่ประมาณ $4.2\times10^2 - 6.8\times10^4$ เซลล์ต่อกรัม และ $1.0\times10^2 - 1.9\times10^5$ เซลล์ต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพวกทนความร้อน ส่วนน้ำตาลทรายที่ขายตามท้องตลาดจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่เพียงประมาณ $2\times10^2 - 5\times10^2$ เซลล์ต่อกรัม เนื่องจากในกระบวนการผลิตจะทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ (vegetative cell) ทั้งหมด รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิด (พวงพร, 2544) ดังนั้นหากภายในโรงงานผลิตน้ำตาลมีสุขาภิบาลไม่ดี หรือการผลิตน้ำตาลไม่ถูกสุขลักษณะ ประกอบกับสปอร์ของยีสต์และเชื้อราที่มีอยู่แล้วในบริเวณโรงงานปนเปื้อนเข้ามาหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมย่อมเป็นเหตุให้สปอร์เหล่านี้ งอก เจริญ และเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ก่อปัญหาต่ออุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ใช้น้ำตาลเป็นส่วนประกอบตามมา เช่น อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม และอุตสาหกรรมยา เป็นต้น ส่งผลให้เป็นปัญหาด้านเศรษฐกิจของประเทศชาติต่อไป ชนิดของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในน้ำตาลแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. เชื้อรา ตัวอย่างเช่น *Aspergillus, Penicillium, Mucor*

2. ยีสต์ ตัวอย่างเช่น *Saccharomyces cerevisiae, Candida krusei, Torulopsis stellata*

3. แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั่วไป ตัวอย่างเช่น *Bacillus subtilis, B.cereus, B. mesentericus*

4. แบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารโดยสร้างกรดแต่ไม่สร้างแก๊ส (flat sour) ซึ่งชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง (55^0 ซ) ได้แก่ *B. stearothermophilus*

5. แบคทีเรียจำพวกที่ชอบเจริญในสภาพที่ขาดออกซิเจน และที่อุณหภูมิสูง (thermophilic anaerobe) ซึ่งจะไม่สร้างแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ แต่สร้างแก๊สไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อาหารกระป๋องบวม

6. แบคทีเรียจำพวก Sulfide spoilage themophiles จะสร้างแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้แก่ *C. nigricans, C. bifermentans* (โครงการเผยแพร่ความรู้ผ่านสื่อสารมวลชน, 2005)

ในส่วนของครีมเทียมซึ่งโรงงานเขาช่องพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ซึ่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 208) พ.ศ.2543 ว่าด้วยเรื่อง ครีม ได้ให้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ความหมายของครีมเทียมไว้ว่าหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มิได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ หรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของไขมันทั้งหมด ครีมเทียมที่ทำให้แห้ง (ครีมผง) จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากโรงงานเขาช่อง พบว่ามีการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบครีมเทียมก่อนการนำไปผสมกับวัตถุดิบอื่น คือ กาแฟ และน้ำตาล ซึ่งพบว่าไม่เกินจากมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และตรวจพบแบคทีเรียไม่เกิน 100,000 โคโลนีในอาหาร 1 กรัม ซึ่งทางโรงงานตรวจเชื้อจุลินทรีย์แต่เพียงในวัตถุดิบเท่านั้น แต่ไม่มีการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์หลังจากการปรุงเป็นกาแฟผงสำเร็จรูป เนื่องจากทางโรงงานคาดว่าถ้าจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบไม่เกินจากมาตรฐานที่กำหนดแล้ว ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจำนวนจุลินทรีย์จึงไม่น่าจะเกินที่กำหนดด้วย ซึ่งตามหลักการแล้วไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ (มอก. 1169-2536) ซึ่งหมายความรวมถึงกาแฟผงสำเร็จรูป ตามข้อกำหนดที่ว่าต้องไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ 1 กรัม ดังนั้นสิ่งนี้จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้พบเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงสำเร็จรูปมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นส่วนผสมของกาแฟสำเร็จรูป สูตรคอฟฟี่มิกส์ มอคค่า คือ โกโก้ผง โดยทั่วไปโกโก้จะใช้เป็นส่วนผสมหลักในกระบวนการผลิตช็อคโกแลต ในโกโก้ดิบพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมักอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น รา ยีสต์ แบคทีเรียที่สร้างกรด อันได้แก่ *Penicillium citrinum*, *Kloeckera apis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida tropicalis*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Lactobacillus plantarum* และ *Acetobacter pasteurianus* นอกจากนี้เชื้อที่พบมากหลังจากกระบวนการหมักสิ้นสุดลงแล้ว ได้แก่ *Bacillus pumilus* และ *Bacillus licheniformis* ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเหลือรอดจากการให้ความร้อน หรือการทำแห้งได้ (Ardhana และ Fleet, 2003)

สิ่งที่สำคัญในการผลิตเครื่องดื่ม คือ น้ำที่ใช้ในการผลิต การตรวจคุณภาพน้ำที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟในทางจุลชีววิทยานั้นเป็นการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำมีทั้งพวกที่ก่อให้เกิดโรคและพวกที่ไม่ก่อให้เกิดโรคในคน แต่อย่างไรก็ตามน้ำที่ใช้ในการบริโภคไม่ควรมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่แม้แต่น้อย หรือถ้าหากตรวจพบได้ควรมีปริมาณไม่มากเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (สมพร, 2540) จากการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำบริโภคที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟ พบว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 22 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และไม่พบเชื้อยีสต์ และรา จึงไม่เกินกำหนดที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าด้วย

เรื่องมาตรฐานน้ำบริโภค (มอก. 257 เล่ม1-2521) กำหนดไว้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบได้ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของเครื่องดื่มกาแฟของโรงงานก่อนฆ่าเชื้อ

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ	ค่าที่วัดได้
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)[1]	6.24 (± 0.02)
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (^{0}Brix)[1]	28.76 (± 0.05)
ค่าความสว่าง (brightness, L*)[2]	35.96 (± 0.00)
ค่าความเป็นสีแดง (redness, a*)[2]	11.41 (± 0.20)
ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness, b*)[2]	26.82 (± 0.20)

[1] n = 4

[2] n = 10

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากผลการวัดค่าความเป็นกรดด่างของเครื่องดื่มกาแฟก่อนการฆ่าเชื้อ ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่ามีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.24 จึงจัดอยู่ในกลุ่มของอาหารประเภทที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid foods) (Frazier และ Westhoff, 1988) หรือค่อนข้างเป็นกลาง ดังนั้นจุลินทรีย์ที่อาจพบอยู่ในเครื่องดื่มกาแฟก่อนการฆ่าเชื้อจะเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีกรดต่ำ เช่น *Escherichia coli, Bacillus* sp. และ *Clostridium* sp. เป็นต้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ยังสามารถเติบโตได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 7.0 (6.6-7.5) และเติบโตได้บ้างที่ค่าต่ำกว่า 4.0 แบคทีเรียบางชนิดไม่เติบโตในอาหารที่มีความเป็นกรดสูงเหมือนเชื้อรา และยีสต์ (Jay, 1992) ซึ่งโดยทั่วไปแบคทีเรียส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างเป็นกลาง หรือมีความเป็นกรดต่ำกว่า หรือสูงกว่า 7 เล็กน้อย (Garbutt, 1997 และ Fellows, 2000) เช่น *Bacillus cereus* เติบโตได้ในช่วงค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 5-9.5 (Jay, 1992) เมื่ออาหารที่จุลินทรีย์อยู่มีความเป็นกรด หรือด่างเพิ่มขึ้น จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้น้อยลง การเปลี่ยนแปลงในทางที่เป็นกรดมากขึ้นจะฆ่าจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการเพิ่มไปในทางที่เป็นด่าง เช่น การฆ่าเชื้อในน้ำมะเขือเทศ ที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 3.9 ใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 34 นาที ขณะที่ถ้าน้ำมะเขือเทศมีค่าความเป็นกรดด่าง 4.8 จะใช้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 110 นาที (Frazier และ Westhoff, 1988)

4.2 การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา

การกำหนดเชื้อจุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาเพื่อกำหนดระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อนั้น ในทางปฏิบัติจะใช้เชื้อจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ที่ทนต่อความร้อนที่สุดในอาหารมาใช้ในการคำนวณเวลาในการให้ความร้อน โดยตั้งสมมติฐานว่าการให้ความร้อนในระดับดังกล่าวจะสามารถทำลายจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ทนต่อความร้อนได้ด้วย จึงมีการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์จากกาแฟผงปรุงสำเร็จจากโรงงานในหลายๆ ช่วงเวลาการผลิต เพื่อให้เป็นตัวแทนของกาแฟผงที่ดีจากโรงงาน

ตารางที่ 11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงสำเร็จรูปจำนวน 5 ชุดการผลิต

กาแฟผงสำเร็จรูปชุดที่	จำนวนจุลินทรีย์ (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)[1]
1	4.70×10^{3}
2	6.10×10^{3}
3	6.10×10^{4}
4	1.75×10^{4}
5	1.55×10^{3}
ค่าเฉลี่ย	1.82×104

[1] n = 10

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

เมื่อทำการตรวจเชื้อจุลินทรีย์จากกาแฟผงของโรงงานจำนวน 5 ชุดการผลิต เพื่อให้ทราบถึงชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดในกาแฟผง และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกาแฟผงสำเร็จรูป โดยวิธีการนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 10^3 ถึง 10^4 โคโลนีต่อมิลลิลิตร แสดงดังตารางที่ 11 และจากการสังเกตลักษณะโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์จากกาแฟผงจำนวน 5 ชุด พบว่าโคโลนีส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกัน คือ มีรูปร่างกลม ขุ่นขาว ขอบเรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3 ถึง 0.6 เซนติเมตร เจริญเติบโตอยู่บริเวณผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งแสดงว่าต้องการอากาศในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังสร้าง สปอร์ภายในเซลล์ เมื่อนำมาย้อมแกรมพบว่ามีลักษณะของเซลล์จุลินทรีย์เป็นรูปท่อน ดังแสดงในภาพที่ 6 ดังนั้นจึงสันนิษฐานว่าเชื้อที่พบมากในกาแฟผงที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus* sp. ซึ่ง Garbutt (1997) ได้อธิบายว่าลักษณะดังกล่าว

สอดคล้องกับสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ คือ เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการสร้างสปอร์อยู่ภายในเซลล์ (endospore forming rods) มีความสามารถในการทนความร้อนได้ จึงอาจหลงเหลือจากการฆ่าเชื้อในวัตถุดิบกาแฟผงจากโรงงาน ประกอบกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้เป็นแกรมบวก แต่ถ้าเลี้ยงไว้นานจะเปลี่ยนเป็นแกรมลบได้ เนื่องจากเชื้อ *Bacillus* sp. เมื่อเซลล์ยังมีอายุน้อยจะติดสีแกรมบวก แต่ถ้าเซลล์อายุมากขึ้นจนมีสปอร์อยู่ภายในเซลล์ (endospore) จะติดสีแกรมลบ (สุพจน์, 2546) เพราะเมื่อเก็บไว้นานเซลล์ของแบคทีเรียอาจสูญเสียความสามารถในการยึดสีคริสตัน ไวโอเลต (crystal violet) จึงถูกย้อมติดสี ซาฟรานิน (safranin) แทน (สุพจน์, 2545) นอกจากนี้สามารถยังสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีอากาศ (aerobe) และมีอากาศเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobe) อุณหภูมิสูงสุดที่สามารถเจริญได้ คือ 75-90 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญได้ คือ 3 องศาเซลเซียส และพบได้ในอาหารพวกที่มีกรดต่ำๆ หรือมีกรดบ้าง (พวงพร, 2544; วราวุฒิ, 2538; สุพจน์, 2545 และสุวิมล, 2546) ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่ม *Bacillus* sp. เช่น *Bacillus stearothermophilus* และ *Bacillus coagulans* นั้นพบว่าเป็นสาเหตุหนึ่งในการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องต่างๆ ที่ให้ความร้อนไม่เพียงพอ (Herson และ Hulland, 1980) โดยจะหมักน้ำตาลในอาหารให้กรดแลคติคทำให้อาหารมีรสเปรี้ยว นอกจากนี้บางสายพันธุ์ เช่น *Bacillus subtilis* มักจะมีเอนไซม์เรนนิน (rennin)สามารถย่อยไขมัน แป้ง และโปรตีน ทำให้อาหารประเภทนมหรือผลิตภัณฑ์จากนมเสีย หรือทำให้โปรตีนตกตะกอนได้ (พวงพร, 2545 และ Kotzekidou, 1996)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(ก)

ภาพที่ 6 (ก) ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Bacillus* sp. ที่พบในวัตถุดิบ เมื่อวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 100x

(ข) ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Bacillus* sp. เมื่อเก็บเชื้อไว้นานจะเป็นแกรมลบ เมื่อวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 100 x

ผลจากการนับจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น จากข้อมูลในตารางที่ 11 พบว่า มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับ 6.1×10^{4} โคโลนีต่อมิลลิลิตร ดังนั้นจึงใช้จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์

ที่มีมากที่สุดเป็นค่าประมาณของจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในการให้ความร้อนแก่กาแฟเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟให้อยู่ในระดับที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัย

เมื่อนำกาแฟผงมาชงตามสูตรของโรงงานแล้วนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ผลปรากฏว่าพบโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อน เมื่อนำมาย้อมแกรม พบว่าเซลล์ของจุลินทรีย์มีลักษณะเป็นรูปท่อน (rod) แต่มีขนาดแตกต่างกัน โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที พบว่าเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์นี้มีลักษณะคล้ายกับเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในกาแฟผงที่ยังไม่ผ่านการให้ความร้อน แสดงว่าเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้สูงที่สุดในกาแฟนี้ จึงเลือกเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้เป็นตัวแทนในการศึกษาต่อ โดยนำมาเตรียมเป็นเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ แล้วคัดเลือกให้เป็นเซลล์ทั่วไปหรือเซลล์ร่างกาย (vegetative cell) ที่มีอายุการบ่ม 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อทดลองใช้สปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวกำหนดปริมาณการให้ความร้อนแล้ว จะต้องใช้ความร้อนในระดับสูงมากเพื่อทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจัดเป็นการฆ่าเชื้อในระดับสเตอริไลซ์ ตามปกติอาหารที่มีความเป็นกรดด่างต่ำ เซลล์ของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป สปอร์ของแบคทีเรียต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสขึ้นไป ส่วนเซลล์ของราใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ขณะที่ความร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเซลล์ยีสต์ได้ แต่สปอร์ของยีสต์และราจะถูกทำลายเมื่อใช้อุณหภูมิสูงกว่าที่ใช้ทำลายเซลล์ประมาณ 5 ถึง 10 องศาเซลเซียส (สุพจน์, 2545) และจากวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ระดับพาสเจอร์ไรซ์เท่านั้น โดยการพาสเจอร์ไรซ์เป็นกระบวนการให้ความร้อนในระดับที่ไม่รุนแรง คือ ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาถึงค่าความเป็นกรดด่างของอาหาร พบว่าในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (ค่าความเป็นกรดด่าง > 5.3) เช่น เครื่องดื่มกาแฟในงานวิจัยครั้งนี้ จะใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรซ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นเป็นเวลาหลายวัน แต่ถ้าเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (ค่าความเป็นกรดด่าง < 3.7) เช่น น้ำผลไม้บรรจุขวด ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรซ์อาจช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นเป็นเวลาหลายเดือน เนื่องจากยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย เช่น ยีสต์ และรา รวมถึงยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ด้วย (Fellows, 2000)

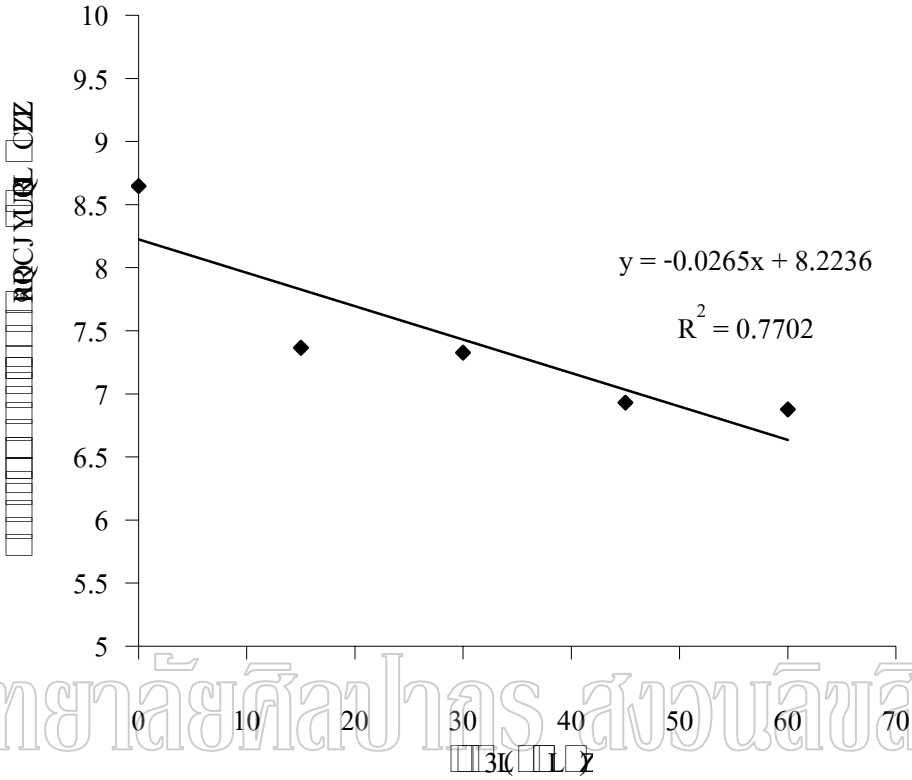
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.3 การศึกษาความต้านทานความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์

ความร้อนจะทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ โดยสามารถทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหาร และเอนไซม์ที่ควบคุมเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ต่างๆ เมื่ออาหารได้รับความร้อนสูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร อัตราการตายของจำนวนจุลินทรีย์ (ร้อยละ) ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ จะเท่ากัน และจะเท่ากับร้อยละของอัตราการตายของจุลินทรีย์ที่มีเริ่มต้น เรียกว่า ลอการิทึมของการตาย (logarithmic order of death) อธิบายโดยกราฟอัตราการตาย (death rate curve) กับเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ให้ลดลงร้อยละ 90 ณ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ณ ที่อุณหภูมิหนึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารถูกทำลายด้วยความร้อนไปร้อยละ 90 ในเวลา 1 นาที ดังนั้น ในเวลาอีก 1 นาทีถัดไป จุลินทรีย์ก็จะถูกทำลายไปอีกร้อยละ 90 ของจำนวนที่เหลืออยู่ และเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เป็นการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เรียกว่าค่า D (decimal reduction time) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายจำนวนของจุลินทรีย์ลงร้อยละ 90 ของที่มีอยู่ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ (Fellow, 2000 และ Garbutt, 1997)

ดังนั้น การกำหนดปริมาณความร้อน และเวลาที่ใช้ในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ จำเป็นจะต้องทราบถึงความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ โดยจะแสดงในรูปของผลการนับจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ ซึ่งสามารถคำนวนหาค่า D ได้จากส่วนกลับของความชันกราฟในภาพที่ 7-10

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



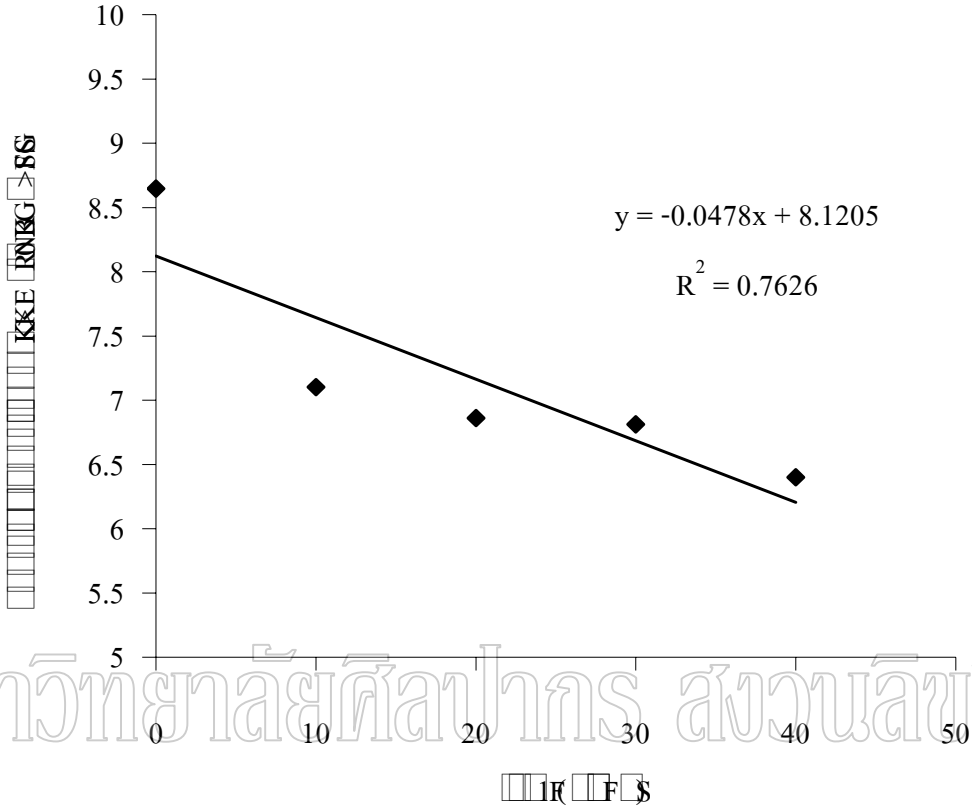
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต ที่ 65 องศาเซลเซียส

คำนวณหาค่า D จากส่วนกลับของความชันจากกราฟการรอดชีวิตที่ได้

ความชันของกราฟที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส = 0.0265

ดังนั้น D_{65} = 1/ 0.0265 = 44.145 วินาที



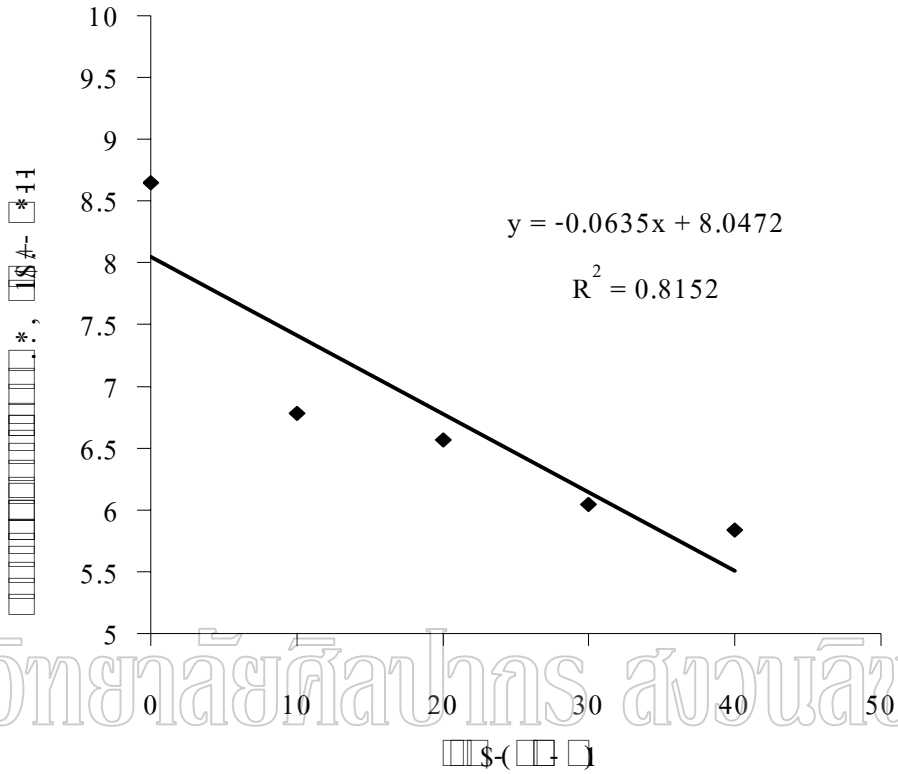
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 70 องศาเซลเซียส

คำนวณหาค่า D จากส่วนกลับของความชันจากกราฟการรอดชีวิตที่ได้

ความชันของกราฟที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส = 0.0478

ดังนั้น D_{70} = 1/ 0.0478 = 20.921 วินาที



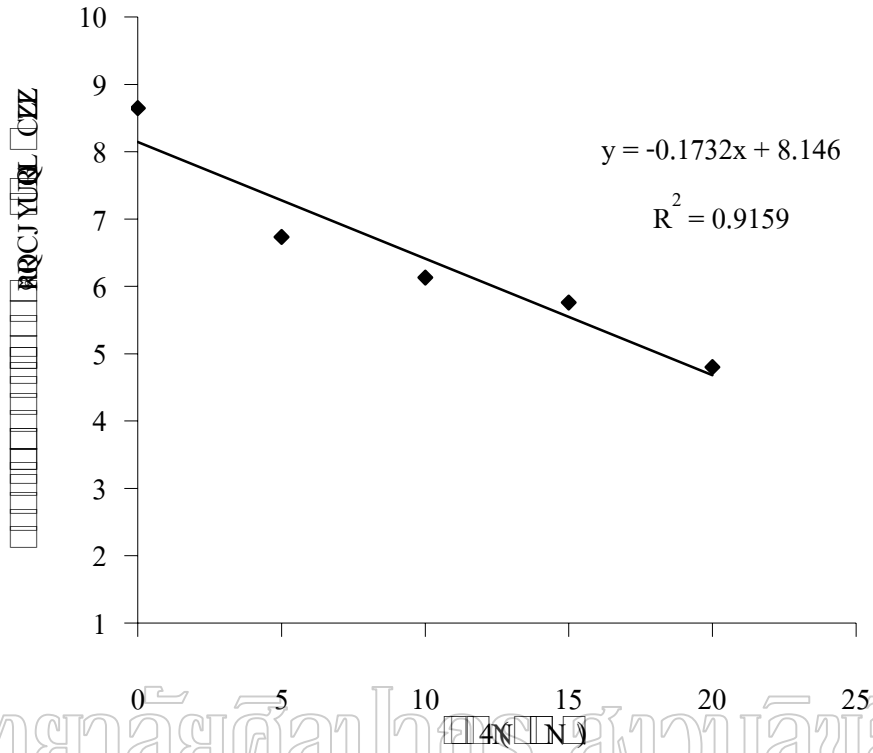
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 75 องศาเซลเซียส

คำนวณหาค่า D จากส่วนกลับของความชันจากกราฟการรอดชีวิตที่ได้

ความชันของกราฟที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส = 0.0635

ดังนั้น D_{75} = 1/ 0.0635 = 15.758 วินาที



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา (วินาที) กับลอการิทึมของจำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตที่ 80 องศาเซลเซียส

คำนวณหาค่า D จากส่วนกลับของความชันจากกราฟการรอดชีวิตที่ได้

ความชันของกราฟที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส = 0.1732

ดังนั้น D_{80} = 1/ 0.1732 = 5.774 วินาที

จากกราฟการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่าการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง นั่นคือ ค่า D จะเป็นปฏิภาคผกผันกับอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่อระดับการให้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น ค่า D จะน้อยลง (รุ่งนภา, 2535) แสดงว่าค่า D อาจจะใช้เป็นตัวเปรียบเทียบอัตราการทำลายของเชื้อชนิดเดียวกัน จากจำนวนจุลินทรีย์ที่เท่ากันระหว่างอุณหภูมิต่างๆ กัน แต่ค่า D ของจุลินทรีย์เดียวกันอาจต่างกันในสภาพแวดล้อมต่างกัน (Harper, 1976) นอกจากนี้จุลินทรีย์ต่างชนิดกันจะมีความต้านทานความร้อนแตกต่างกัน โดยจุลินทรีย์ที่มีค่า D สูงจะทนทานต่อความร้อนสูงกว่าจุลินทรีย์ที่มีค่า D ต่ำ เช่น

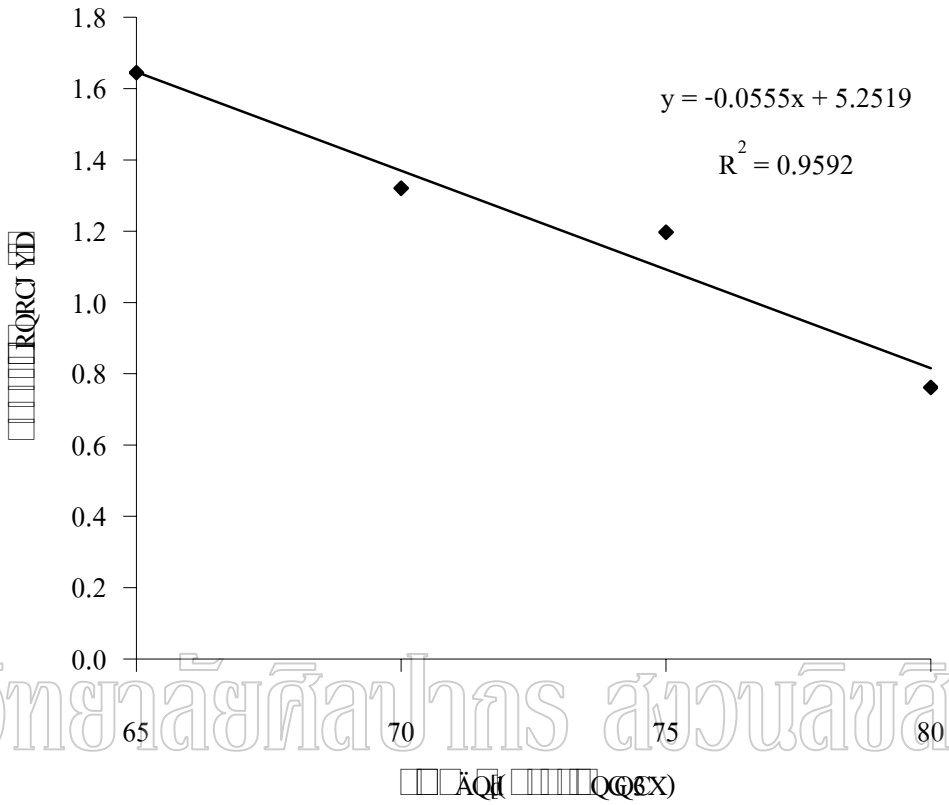
C. thermosaccharolyticum ซึ่งมีค่า D_{121} ในช่วง 3-4 นาที จะทนทานต่อความร้อนหรือถูกทำลายได้ยากกว่า *C. botulinum* (type A และ B) ซึ่งมีค่า D_{121} = 0.10-0.20 (Stumbo, 1973) หากในวัตถุดิบมีจุลินทรีย์จำนวนมาก จะต้องใช้เวลานานในการลดจำนวนลงจนถึงระดับที่ต้องการ ซึ่งในการแปรรูปอาหารระดับอุตสาหกรรมนั้น จำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน และเป็นการยากในการคำนวณหาเวลาในการให้ความร้อนของกระบวนการ (process time) ของแต่ละรุ่นหรือชุดของการผลิต (batch) ดังนั้นในการผลิตระดับอุตสาหกรรมจึงใช้ค่าจำเพาะของอุณหภูมิและเวลา (specific temperature-time combination) สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิด และขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะต้องลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นลงให้มีจำนวนเหลือใกล้เคียงกันมากที่สุด (นิธิยา, 2544)

ข้อมูลของค่า D ที่ได้จากกราฟการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในช่วงอุณหภูมิต่างๆ แสดงให้ทราบว่าการทำลายจุลินทรีย์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญ นั่นคือเซลล์จะตายเร็วขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นค่า D ที่อุณหภูมิต่างกันก็จะแตกต่างกันด้วย เมื่อแปลงค่า D ให้อยู่ในรูปลอการิทึมของค่า D (log D) ดังตารางที่ 12 จะสามารถนำไปสร้างกราฟเวลาที่ทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (thermal death time curve, TDT curve) ได้ โดยกราฟนี้แสดงถึงระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 11 ความชันของเส้นกราฟหรือค่า Z (thermal resistance) ซึ่งหมายถึง จำนวนองศาเซลเซียสหรือองศาฟาเรนไฮต์ที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงเวลาของค่า D ลดลง 1 รอบลอการิทึม หรือ 10 เท่า (นิธิยา, 2544 และวิไล, 2545)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 12 อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน ค่า D และลอการิทึมของค่า D

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่า D (วินาที)	ลอการิทึมของค่า D
65	44.142	1.6448
70	20.921	1.3206
75	15.758	1.1975
80	5.774	0.7615



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของค่า D กับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

การหาค่า Z ของการทดลองนี้สามารถหาได้จากการคำนวณส่วนกลับของความชันของความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของค่า D กับอุณหภูมิที่ใช้ในทดลอง

ความชันของกราฟที่อุณหภูมิต่างๆ (องศาเซลเซียส) = 0.0555

ดังนั้น Z = 1/ 0.0555 = 18.018 องศาเซลเซียส

จากกราฟเวลาการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (TDT curve) นี้สามารถหาค่า Z ได้ประมาณ 18 องศาเซลเซียส นั่นคือถ้าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น 18 องศาเซลเซียส เวลาในการฆ่าเชื้อสามารถลดลงมา 10 เท่า หรือลดค่า D ลงร้อยละ 90 นอกจากนี้สามารถเลือกเวลาและอุณหภูมิได้จากเส้นกราฟนี้ โดยใช้หลักการว่าเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ต้องให้ระดับการทำลายจุลินทรีย์ตามที่ต้องการได้ (วิไล, 2545)

ค่า Z บ่งบอกถึงความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ หรือเอนไซม์ (เอนไซม์บางชนิดทนทานต่อความร้อนมาก) หรือองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (เช่น โปรตีน ไขมัน และน้ำตาล ความเข้มข้นสูงจะทำให้จุลินทรีย์มีความทนทานต่อความร้อนมากขึ้น) (วิไล, 2545) โดยปกติ ค่า Z จะมีความแตกต่างกันในชนิดและสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร รวมถึงชนิดของอาหารที่มีจุลินทรีย์อยู่ กล่าวคือ ในอาหารที่กำหนดให้ชนิดหนึ่ง ถ้ามีจุลินทรีย์ที่ต่างชนิดกัน ก็จะมีค่า Z ที่แตกต่างกัน หรือในกรณีที่มีจุลินทรีย์ชนิดเดียวกัน จุลินทรีย์นี้จะมีค่า Z ที่แตกต่างกัน ถ้าเจริญอยู่ในอาหารที่ต่างชนิดกัน (วราวุฒิ, 2538 และทิพาพร, 2546)

4.4 การศึกษาอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ (lethal rate)

การให้ความร้อนแก่เครื่องดื่มกาแฟเพื่อศึกษาอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ ในงานวิจัยนี้เป็นการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรซ์ โดยวิธีการต้มในหม้อ (boiling pan) โดยมีเตาไฟฟ้ากำลังความร้อน 1,200 วัตต์เป็นแหล่งให้ความร้อน วัดอุณหภูมิ ณ จุดที่ได้รับความร้อนช้าที่สุดโดยใช้เทอร์มอคัปเปิล วัสดุที่ใช้ในการนำความร้อนคือหม้อสแตนเลส แม้ว่าสแตนเลสจะนำความร้อนได้ต่ำ (21 W/mK) เมื่อเทียบกับวัสดุโลหะอื่นๆ เช่น เมทัลไลซ์หรือทองแดง แต่เมื่อเทียบกับอาหารซึ่งมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่ามาก (อาหารส่วนใหญ่มีค่าการนำความร้อนน้อยกว่า 1 W/mK) (วิไล, 2545) จึงไม่เป็นการจำกัดอัตราการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทความร้อนในกระบวนการนี้เกิดได้ทั้งแบบการนำความร้อนจากการถ่ายเทผ่านภาชนะบรรจุ และการพาความร้อนจากการถ่ายเทผ่านโมเลกุลของน้ำกาแฟ ในการทำให้เย็นลงจะใช้อ่างน้ำเย็น (cooling bath) ที่มีการเติมสารทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำเย็นให้ลดลงเหลือ 3-5 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

การใช้ความร้อนจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารนั้น ตามปกติแล้วการตายของจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นไม่พร้อมกันที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง แต่การตายจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อให้ความร้อนเพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่อทำให้อาหารเย็นลง ดังนั้นอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์จึงมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะเมื่อต้องการหาประสิทธิภาพในการฆ่า (lethal effect) จึงต้องพิจารณาถึงอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละอุณหภูมิ ในขณะที่กำลังให้ความร้อนแต่ยังไม่ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ (come-up portion) และช่วงที่กำลังทำให้เย็นลง (cool-down portion) ด้วย (ทิพาพร, 2546; ไพโรจน์, 2546 และสายวรุฬ, 2546) จากข้อมูลของค่า D ที่ได้จากการทดลอง สามารถกำหนดค่า Z ได้เท่ากับ 18.0 องศาเซลเซียส และกำหนดค่าความร้อนที่ใช้ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อลดจำนวนเชื้อเริ่มต้นในวัตถุดิบจาก 10^4 โคโลนีต่อมิลลิลิตรให้เหลือจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เท่ากับ 10^{-2} โคโลนีต่อมิลลิลิตร นั่นคือในกระบวนการให้ความ

ร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ครั้งนี้ จะยอมให้มีอัตราการเสื่อมเสียได้ไม่เกิน 1 เซลล์จุลินทรีย์ใน 100 หน่วยผลิตภัณฑ์ หรือเท่ากับ 6 วงจรลอการิทึม (6 log cycle reductions) หรือ F = 6D ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dornow (2004) และ Holdswort (1997) ที่กำหนดให้ค่า F = 6D เป็นค่าที่ใช้สำหรับการฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอร์ไรซ์

เมื่อกำหนดให้ F=6D และใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิอ้างอิง ซึ่งมีค่า D_{80}= 6 วินาที

ดังนั้นจากสมการ $F^{Z}_{T} = D_{ref} (\log N_0 - \log N)$

จะสามารถคำนวณค่า $F^{18}_{80} = 6 \times 6 = 36$ วินาที

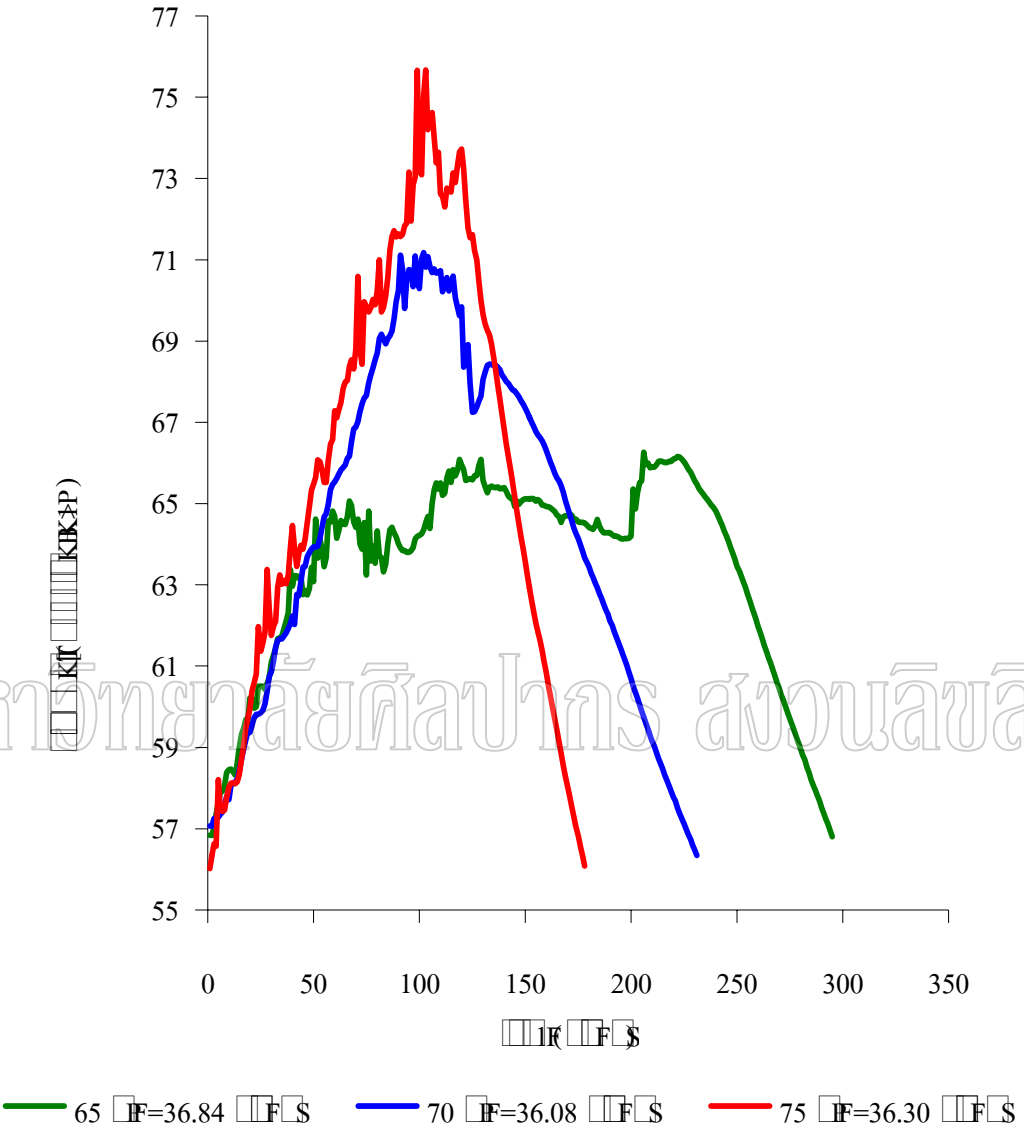
นั่นคือ ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ จะต้องทำให้ค่า F ที่อุณหภูมิใดๆ เทียบเท่ากับค่า F ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งเท่ากับ 36 วินาที

ค่า F เป็นค่าที่สำคัญมาก มักเรียกว่าเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (process lethality) หรือหมายถึง จำนวนนาทีที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนในอาหาร ภายใต้สภาวะที่กำหนด และเป็นค่าที่มีความสำคัญมากในการหาประสิทธิภาพในการทำลาย (lethal effect) ของช่วงอุณหภูมิที่กำลังให้ความร้อน โดยอุณหภูมินั้นอาจยังไม่ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ และการหาประสิทธิภาพในการทำลายในช่วงที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลง (วิไล, 2545) ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบกระบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน อาจแสดงค่า F ที่อุณหภูมิอื่น สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาอัตราการตาย ณ อุณหภูมิใดๆ คือ

$$\text{Lethal rate} = 10^{(T - T_{ref})/Z}$$

ในการหาอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ ต้องกำหนดให้อัตราการแพร่ผ่านความร้อนในอาหารช่วงแรกเท่ากัน สังเกตได้จากความชันของกราฟในแต่ละอุณหภูมิในช่วงของการให้ความร้อนจะเท่ากัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบระยะเวลาในการฆ่าเชื้อของแต่ละอุณหภูมิได้ โดยจะต้องมีค่า F เท่ากันในแต่ละอุณหภูมิคือ ประมาณ 36 วินาที นอกจากนี้ยังสามารถนำกราฟอัตราการตายนี้ไปใช้เป็นพื้นฐานในกระบวนการฆ่าเชื้อในระดับอุตสาหกรรมได้ เช่น การขยายส่วน (scale up)โดยใช้อุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อลดระยะเวลาในการฆ่าเชื้อให้น้อยลง โดยมีความชันของกราฟในช่วงแรกเท่ากับการทดลองในครั้งนี้และมีค่า F เท่ากับ 36 วินาที จะให้ผลของอัตราการตายเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับการทดลองในครั้งนี้ด้วยเช่นกัน จากการทดลองได้ผลดังแสดงในภาพที่ 12

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 12 กราฟอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อให้ความร้อนแก่เครื่องดื่มกาแฟ

จากการศึกษาอัตราการตายของเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟพบว่าที่อุณหภูมิ 65 70 และ 75 องศาเซลเซียส สามารถควบคุมความร้อนเท่ากับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (F^{10}_{80}=36 s) โดยมีค่า F เท่ากับ 36.84 36.08 และ 36.30 วินาที ตามลำดับ ระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนและทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ระยะเวลาในการให้ความร้อน ระยะพัก และระยะทำให้เย็นลงของเครื่องดื่มกาแฟ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ (วินาที)			
	ระยะให้ความร้อน (heating)	ระยะคงอุณหภูมิ (holding)	ระยะให้ความเย็น (cooling)	รวม
65	60	170	65	295
70	90	30	110	230
75	100	-	80	180

จากตารางที่ 14 พบว่า เมื่ออุณหภูมิในการให้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น ระยะเวลาที่ใช้จะลดน้อยลง โดยอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการคงอุณหภูมิสั้นมาก เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอ้างอิง (80 องศาเซลเซียส)

ในการกำหนดอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ นอกจากจะคำนึงถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารจากเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ควรพิจารณาถึงลักษณะของอาหาร เช่น สี กลิ่น รสชาติ การสูญเสียคุณค่าทางอาหาร รวมถึงเวลาที่ใช้ในการผลิต วิธีการที่ใช้และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตร่วมด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ จึงเปรียบเทียบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มร่วมด้วยเพื่อใช้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการคัดเลือกสภาวะที่ใช้ผลิตเครื่องดื่มกาแฟ จากกาแฟที่ผ่านการให้ความร้อน 3 ระดับอุณหภูมิ คือ 65 70 และ 75 องศาเซลเซียส โดยการทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test) จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน มีตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อนเป็นตัวอย่างควบคุม แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกที่ผ่านการให้ความร้อน 3 ระดับ

อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (องศาเซลเซียส)	จำนวนที่ตอบถูกจากผู้ชิม 15 คน
65	5
70	2
75	3

จากตาราง Critical Number of Correct Responses in a Triangle Test ค่า $X_{a,n}$ *หรือ* $X_{0.05,\,15}$= 9 หมายถึง ยอมให้มีคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุดเท่ากับ 9 คน ใน 15 คน จึงจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Meilgarrd และคณะ, 1999) ผลปรากฏว่าการให้ความร้อนที่ต่างกันทั้ง 3 ระดับนี้ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกที่ผ่านการให้ความร้อน 3 ระดับอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างจากเครื่องดื่มกาแฟที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จึงเลือกสภาวะที่ใช้ระยะเวลาในการผลิตน้อยที่สุด คือ ที่ระดับอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาในการให้ความร้อนนาน 100 วินาที และทำให้เย็นลงในทันทีนาน 80 วินาที ประกอบกับที่สภาวะนี้ไม่มีระยะในการคงอุณหภูมิ (holding time) จึงควบคุมง่าย และมีโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนในระหว่างการคงอุณหภูมิน้อยกว่าการใช้สภาวะการผลิตอื่นๆ สภาวะที่ใช้อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสจึงเหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟครั้งนี้ก่อนนำไปบรรจุในขั้นตอนต่อไป

การออกแบบกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์จะคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการทำลายจุลินทรีย์กับปัจจัยด้านคุณภาพ โดยทั่วไปการให้ความร้อนอาหารด้วยอุณหภูมิสูงกว่าและเวลาสั้นกว่าจะสามารถรักษาสมบัติทางโภชนาการและประสาทสัมผัสได้ดีกว่าการให้ความร้อนอาหารด้วยอุณหภูมิต่ำกว่าแต่ใช้เวลานานกว่า (วิไล, 2545) ซึ่งในด้านคุณภาพของอาหารนั้น Fellows (2000) ได้ยกตัวอย่างสภาวะของการพาสเจอร์ไรซ์ที่แตกต่างกัน คือ การใช้อุณหภูมิสูง เวลาสั้น (high temperature short time, HTST) ซึ่งสามารถรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางอาหารได้ดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลานาน (low temperature long time, LTLT) เช่น ในผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะสูญเสียกลิ่นรส และวิตามินมากกว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 71.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที สอดคล้องกับการทดลองของ Ford และคณะ (1969) ในการพาสเจอร์ไรซ์นม พบว่ากระบวนการให้ความร้อนแก่นมที่ อุณหภูมิต่ำ เวลานาน (LTLT หรือ holder process) เช่น 62.5 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จะทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินมากกว่ากระบวนการความร้อนสูง เวลาสั้น เช่น 88 องศาเซลเซียส นาน 1 วินาที หรือ 94 องศาเซลเซียส นาน 0.1 วินาที แต่ผลของการเลือกใช้ความร้อนสูงเวลาสั้น อาจมีผลต่อคุณภาพบางอย่างของอาหาร โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อนั้นอาจทำให้อาหารมีความปลอดภัยทางการค้า แต่อาจไม่เพียงพอต่อการทำลายเอนไซม์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากการทำลายวิตามิน สีของอาหาร หรือการทำลายเอนไซม์ จะคล้ายกับการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ เพียงแต่ค่า Z สูงกว่ามาก (รุ่งนภา, 2535)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.5 การเปรียบเทียบชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้และศึกษาอายุการเก็บของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุกาแฟพร้อมดื่มประกอบด้วยถ้วยพลาสติก 2 ชนิดคือ โพลีโพรพิลีน และโพลีสไตรีน แผ่นฟิล์มที่ใช้ปิดผนึก 2 ชนิด คือ พลาสติกลามิเนต และแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

การแพร่ผ่านของความชื้น จากเอกสารบรรจุภัณฑ์กับการใช้งานที่ได้มาจากโรงงานเขาช่อง (2003) ได้ระบุคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ไว้ว่า บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนป้องกันความชื้นได้ดีกว่าพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน จากตารางที่ 7 Paine และ Paine (1992) แสดงคุณสมบัติของพลาสติกที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์เห็นว่าพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนมีอัตราการซึมผ่านของความชื้น (water vapour transmission rate) 11 กรัมต่อ 25 ไมโครเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน (g/25 μm / m^2d) ขณะที่พลาสติกชนิดโพลีสไตรีนมีอัตราการซึมผ่านของความชื้น 120 กรัม เมื่อทำการทดสอบที่ 38 องศาเซลเซียส โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ส่วนแผ่นฟิล์มปิดผนึกนั้นเอกสารจากโรงงานเขาช่อง (2003) ได้ระบุไว้ว่าแผ่นเมทัลไลซ์สามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

การแพร่ผ่านของออกซิเจน บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนสามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของออกซิเจนใกล้เคียงกับพลาสติกชนิดสไตรีนกล่าวคือพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนมีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 2400-3800 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 25 ไมโครเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน (cm^3/25 μm / m^2d) ขณะที่โพลีสไตรีนมีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 2700 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อทำการทดสอบที่ 25 องศาเซลเซียส โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ดังแสดงในตารางที่ 7 (Paine และ Paine, 1992) สอดคล้องกับในเอกสารบรรจุภัณฑ์กับการใช้งานที่ได้จากโรงงานเขาช่อง (2003)ได้ระบุว่าทั้งพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนและโพลีสไตรีนต่างกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ไม่ดี ในส่วนของแผ่นฟิล์มปิดผนึกนั้นได้ระบุไว้ว่าแผ่นเมทัลไลซ์สามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก

การป้องกันแสง Paine และ Paine (1992) ได้กล่าวถึงความสามารถในการป้องกันแสงของพลาสติกทั้ง 2 ชนิดนี้ว่า พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนซึ่งมีสีขาวขุ่น (milky white) จึงป้องกันแสงได้ดีกว่าโพลีสไตรีนซึ่งมีลักษณะใส (crystal clear) ส่วนแผ่นเมทัลไลซ์สามารถป้องกันการผ่านของแสงได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก

การทนต่อน้ำมัน จากเอกสารบรรจุภัณฑ์กับการใช้งานของโรงงานเขาช่องระบุไว้ว่า พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนจะทนต่อน้ำมัน โดยจะไม่อ่อนตัวเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานานเหมือนโพลีสไตรีน และแผ่นเมทัลไลซ์สามารถทนต่อน้ำมันได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก

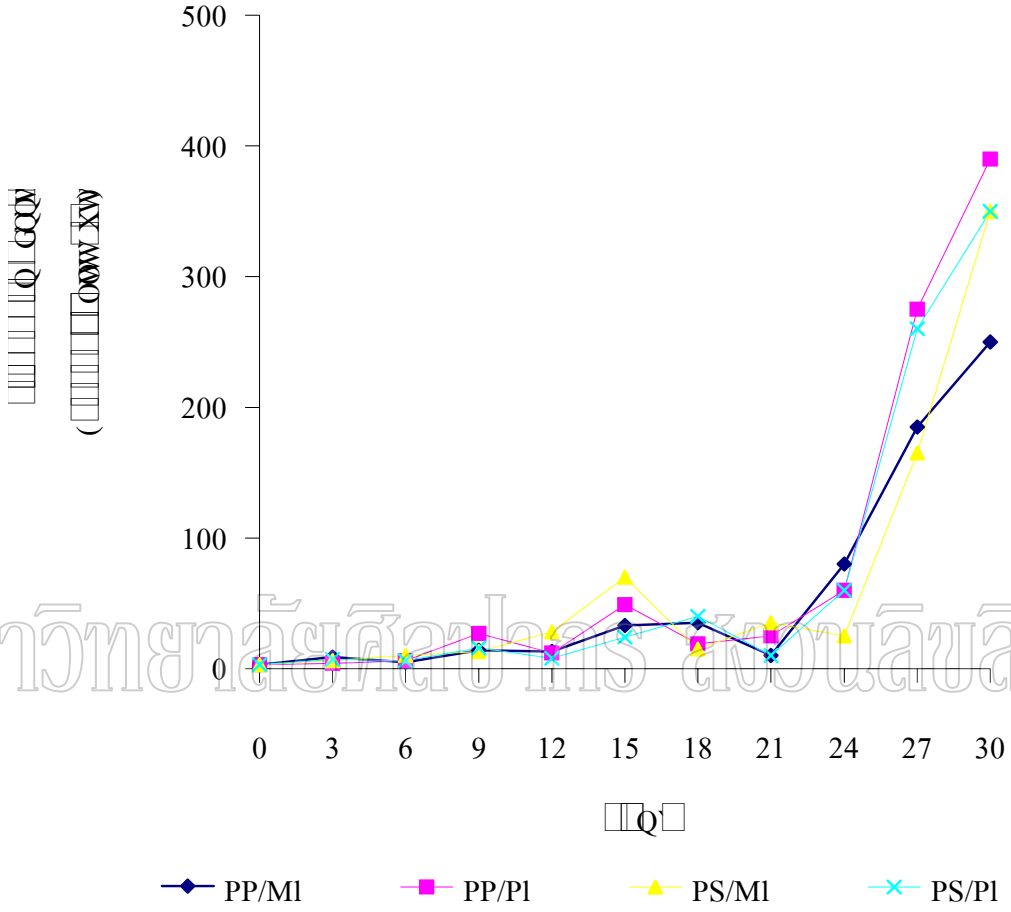
นอกจากคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์แล้ว อายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มกาแฟจะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ปริมาณของจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ถูกทำลายในกระบวนการแปรรูป การควบคุมสุขอนามัยระหว่างการแปรรูปและการบรรจุใส่ภาชนะ และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาหรือวางจำหน่าย (นิธิยา, 2544) ในการผลิตกาแฟพร้อมดื่มครั้งนี้ ใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งเป็นการใช้ระดับความร้อนที่ไม่รุนแรงจึงมีการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เพียง 2-3 วัน หรือ 2-3 สัปดาห์ (Fellows, 2000) เนื่องจากอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จะยังคงมีจุลินทรีย์บางชนิดเจริญอยู่ได้ ดังนั้นต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดช่วงเวลาการเพิ่มจำนวน (generation time) ของจุลินทรีย์ให้นานขึ้น และทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลง (นิธิยา, 2544)

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก ร่วมกับการศึกษาความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์ โดยใช้บรรจุภัณฑ์ถ้วยพลาสติกและแผ่นฟิล์มปิดผนึกชนิดต่างๆ ที่กำหนดไว้ทั้ง 4 ชนิด คือ ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ (PP/Ml) ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต (PP/Pl) ถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ (PS/Ml) และถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต (PS/Pl) และเก็บรักษาตัวอย่างกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็นซึ่งควบคุมอุณหภูมิประมาณ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของตู้แช่เย็นในร้านสะดวกซื้อทั่วไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

การตรวจสอบกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยระหว่างการเก็บรักษา มีดังนี้

4.5.1 การตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 13 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

จากผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา พบว่าไม่พบเชื้อยีสต์ และรา แต่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยในระยะ 21 วันแรก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากเป็นระยะปรับตัว (lag phase) เพื่อเตรียมพร้อมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (สุวิมล, 2546) ประกอบกับการแช่เย็นจะทำให้ปฏิกิริยาเคมี การทำงานของเอนไซม์ และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง จึงช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บอาหารได้นานขึ้น (พวงพร, 2544) โดยในระยะปรับตัวนี้ประชากรของจุลินทรีย์จะคงไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ไม่ได้หมายความว่าเซลล์สงบนิ่งหรือพักตัว แต่ในระหว่างช่วงเวลานี้แต่ละเซลล์จะมีการเพิ่มขนาดมากขึ้น มีกิจกรรมทาง

สรีรวิทยา (physiology) ที่ว่องไวและมีการสังเคราะห์โปรโตพลาสซึม (protoplasm) ใหม่ แบคทีเรียในสภาพแวดล้อมนี้อาจขาดแคลนเอนไซม์หรือโคเอนไซม์ซึ่งจะต้องสังเคราะห์มาเป็นอันดับแรกเพื่อให้ได้ปริมาณที่เพียงพอต่อการทำงานทางเคมีของเซลล์อย่างเหมาะสม เมื่อสิ้นสุดระยะนี้จุลินทรีย์แต่ละเซลล์จะมีการแบ่งตัว อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์แต่ละเซลล์ไม่ได้สิ้นระยะปรับตัวพร้อมกัน (สุพจน์, 2545) หลังจากนั้นจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นทวีคูณ (log phase or exponential phase) (สุวิมล, 2546) ในระหว่างช่วงนี้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะสูงสุด ประชากรเซลล์ทั้งหลายมักมีลักษณะคล้ายคลึงกันเกือบทั้งหมดในแง่ของสารประกอบทางเคมี กิจกรรมทางเมตาบอลิซึม และสรีรวิทยาอื่นๆ (สุพจน์, 2545) โดยการเก็บรักษาเครื่องดื่มบรรจุถ้วยโดยใช้อุณหภูมิต่ำ หรือการแช่เย็นจะช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่ชอบความร้อน (thermophilic) และกลุ่มที่ชอบอุณหภูมิระดับปานกลาง (mesophillic) บางชนิด แต่ยังคงมีจุลินทรีย์กลุ่มที่ชอบความเย็น (phychrophilic) ที่เจริญได้ดี และทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ (Fellows, 2000)

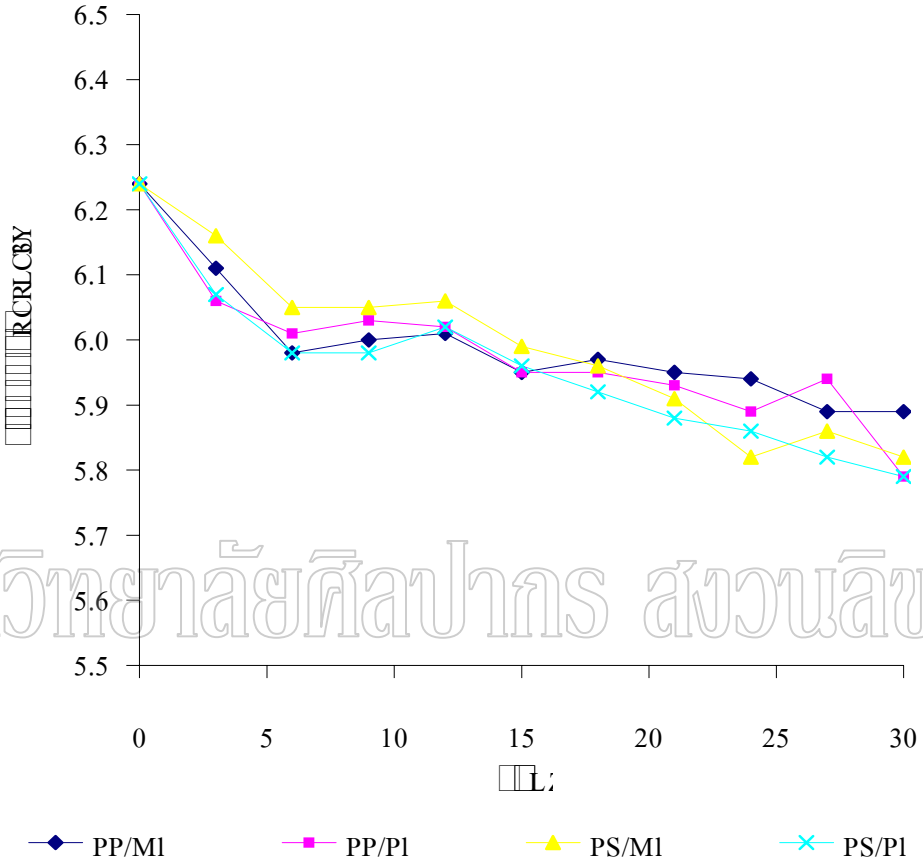
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด ปรากฏว่าถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์มีการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด ขณะที่ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนตพบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าชนิดของถ้วยพลาสติก และชนิดแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึกให้ผลของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.5.2. การตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง

โดยทั่วไปกาแฟผสมแบบไทยจะมีรสเปรี้ยว ซึ่งความเป็นกรดในกาแฟส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากกาแฟ ซึ่งกรดอินทรีย์ที่พบในกาแฟได้แก่ แอลิฟาติก, แอลิไซคลิก, คาร์บอกซิลิก และฟีนอลิก เป็นต้น (Coffee Research institute, 2001) และส่วนหนึ่งน่าจะเกิดจากน้ำตาลคาราเมล เนื่องจากปฏิกิริยาคาราเมลให้สารที่มีความเป็นกรดหลายชนิด ได้แก่ กรดซิตริก กรดแลคติก กรดฟอร์มิก กรดแอซีติก และกรดไพรูวิก (Hodge, 1967) อธิบายได้จากปฏิกิริยาการแตกสลายของน้ำตาลด้วยความร้อน เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ภายในโมเลกุล (intramolecular rearangements) มีการปล่อยไฮโดรเจนอิออน ทำให้สารละลายมีค่าพีเอชลดลง (Coca และคณะ) พิศมัย (2547) ได้อธิบายไว้ว่าคาราเมลที่นิยมใช้เติมลงในเครื่องดื่มกาแฟ จะทำให้เกิดรสเปรี้ยวมากขึ้นหลังผ่านความร้อน และระหว่างการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงนี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจะมีรสเปรี้ยวมากขึ้น ซึ่งความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นอาจป้องกันได้โดยการใช้ระบบบัฟเฟอร์เพื่อรักษาค่าพีเอชให้คงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์ โดยเลือกใช้เกลือของกรดที่มีในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งเป็นสารควบคุมความเป็นกรดด่าง เช่น เกลือของกรดซิตริก คือ

โซเดียมซิเตรต เกลือของกรดแอซิติก คือ โซเดียมแอซิเตต เป็นต้น แต่ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มกาแฟ นิยมใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต เนื่องจากมีส่วนช่วยให้เกิดกลิ่นคาราเมลอ่อนๆ อย่างไรก็ตาม การใช้สารควบคุมความเป็นกรดด่างในปริมาณมากเกินไป อาจมีผลเสียต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 14 ค่าความเป็นกรดด่างของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าเมื่อเก็บรักษาเครื่องดื่มกาแฟในภาชนะบรรจุพลาสติกปิดสนิท ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง โดยมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างเป็นผลมาจากธรรมชาติของเครื่องดื่มกาแฟเป็นส่วนใหญ่ แต่อีกปัจจัยหนึ่งที่อาจมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดในกาแฟพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา คือการสร้างกรดของสารประกอบในกาแฟระหว่างการเก็บ

รักษากาแฟ เนื่องจากเอนไซม์ในกาแฟจะย่อยสลายไขมันที่มีอยู่ในเครื่องดื่มกาแฟให้เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ (Varnam และ Sutherland, 1994) ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาของไขมันได้แก่ ความไม่อิ่มตัวของไขมัน แสงสว่าง อุณหภูมิ ออกซิเจน และโลหะบางชนิด เป็นต้น ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของโมเลกุลไขมัน น้ำและเอนไซม์จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์ที่กระตุ้นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมัน มีชื่อว่าไลเพส (lipase) ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติในอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ และจะกระตุ้นปฏิกิริยาระหว่างที่อาหารนั้นถูกเก็บไว้
(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538)

จากภาพที่ 14 สังเกตเห็นว่าเครื่องดื่มกาแฟที่บรรจุในถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนกับแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างน้อยที่สุด

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติเปรียบเทียบชนิดของถ้วยพลาสติกและชนิดแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึก พบว่าให้ผลของค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ้วยพลาสติก 2 ชนิด เครื่องดื่มกาแฟที่บรรจุในถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างระหว่างการเก็บรักษาน้อยกว่าเครื่องดื่มกาแฟที่บรรจุในถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน ส่วนแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึก พบว่าแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ให้ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่าแผ่นฟิล์มพลาสติก เนื่องจากเมทัลไลซ์ มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านได้ดีกว่า โดยทั่วไปจะมีการเคลือบไข หรือพลาสติกชนิดอื่นๆ เพื่อช่วยเพิ่มคุณสมบัติทั้งด้านการต้านทานการซึมผ่าน หรือคุณสมบัติในการปิดผนึก แต่เนื่องจากเมทัลไลซ์มีราคาค่อนข้างแพงเพราะมีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตมาก ทำให้มีการใช้พลาสติกประกอบหลายชนิดทดแทน (อัญชลี และคณะ, 2546)

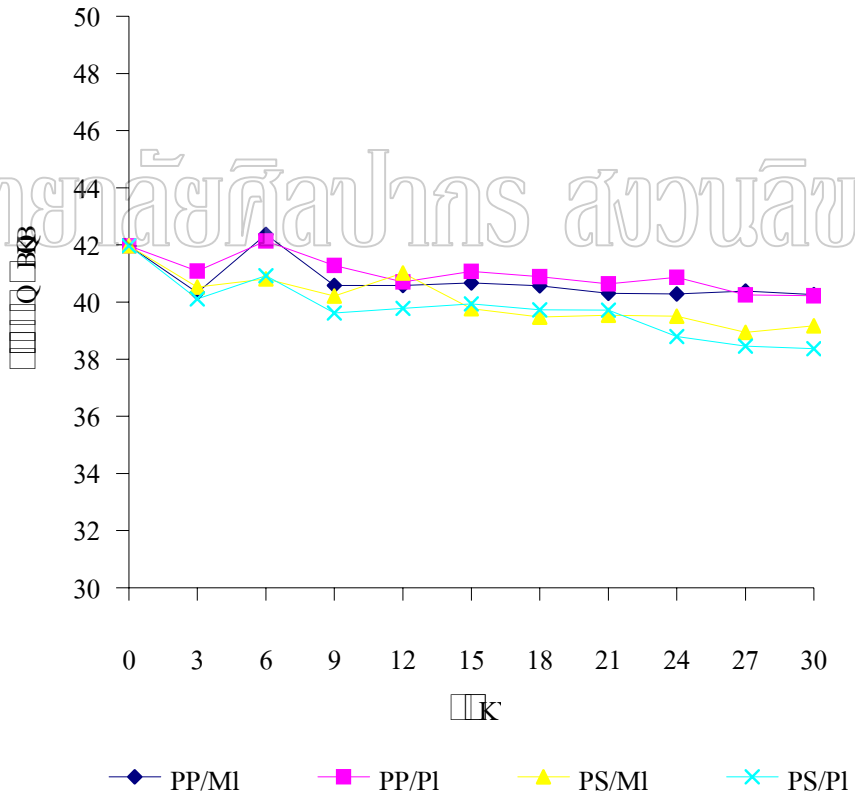
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.5.3 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี

สีของกาแฟส่วนใหญ่ เกิดจากสารสี (pigment) ตามธรรมชาติที่มีอยู่ในกาแฟ คือ สีน้ำตาลไหม้ที่เกิดจากปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่น (caramelization reaction) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการให้ความร้อนแก่น้ำตาลในสภาวะที่ไม่มีสารประกอบไนโตรเจน เกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำ การแตกสลาย และการเกิดพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นได้เป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นรสและให้เม็ดสีน้ำตาลเมื่อน้ำตาลถูกทำให้ร้อน หรืออาจการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาที่น้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งมรส่วนที่เป็นอัลดีไฮด์ และคีโตน ทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน เช่น เอมีน โปรตีน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า เมลานอยดิน (melanoidins) (Clarke และ Macrae, 1987) อาหารส่วนใหญ่เมื่อนำไปแปรรูปสารสีบางชนิดอาจถูกทำลายด้วยความร้อน ปฏิกิริยาทางเคมี การเปลี่ยนค่าความเป็นกรดด่าง หรือเกิดออกซิเดชันระหว่างการเก็บรักษา แต่สารสีคาราเมลมีความคงตัวต่อความร้อน

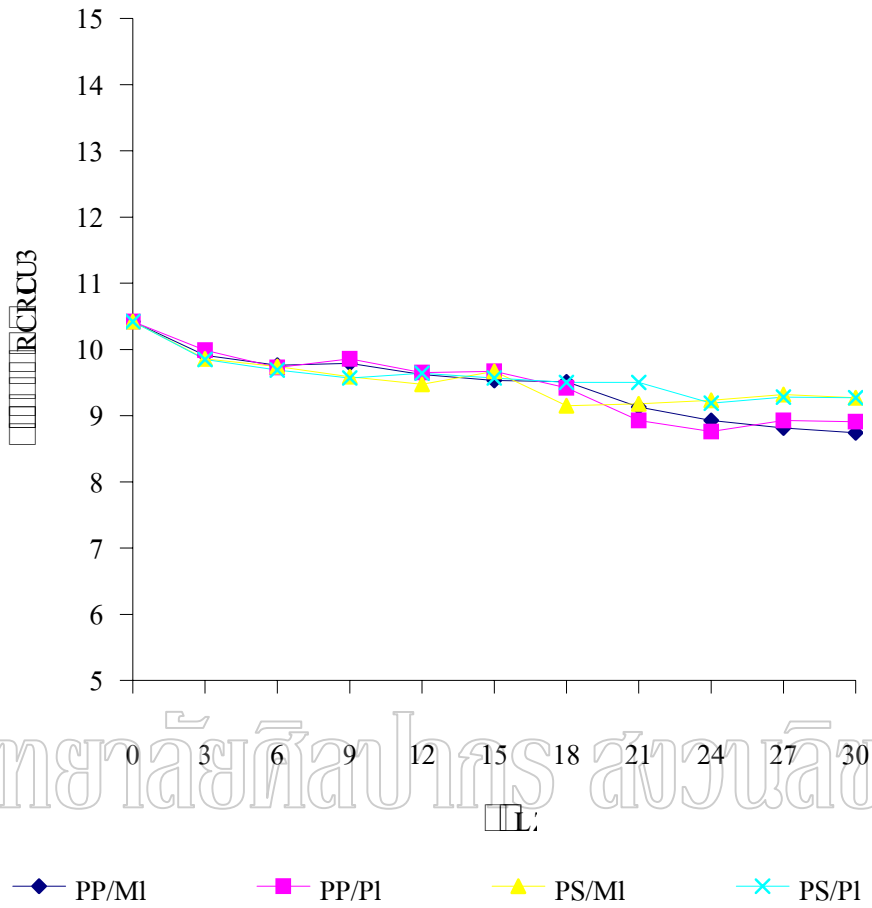
แสง ออกซิเจน และความคงตัวในพีเอชสูง (นิธิยา, 2544) แต่เนื่องจากปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่นจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538) ขณะที่เครื่องดื่มกาแฟครั้งนี้ถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสีในระหว่างการเก็บรักษาเครื่องดื่มกาแฟที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส จึงอาจเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) มากกว่า ซึ่งปฏิกิริยานี้สามารถเกิดได้อย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิต่ำ (นิธิยา, 2544)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (brightness, L*) ค่าความเป็นสีแดง (redness, a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness, b*) พบว่าเมื่อเก็บรักษากาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน ค่าสีต่างๆ เหล่านี้มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษายาวนานขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 15 - 17



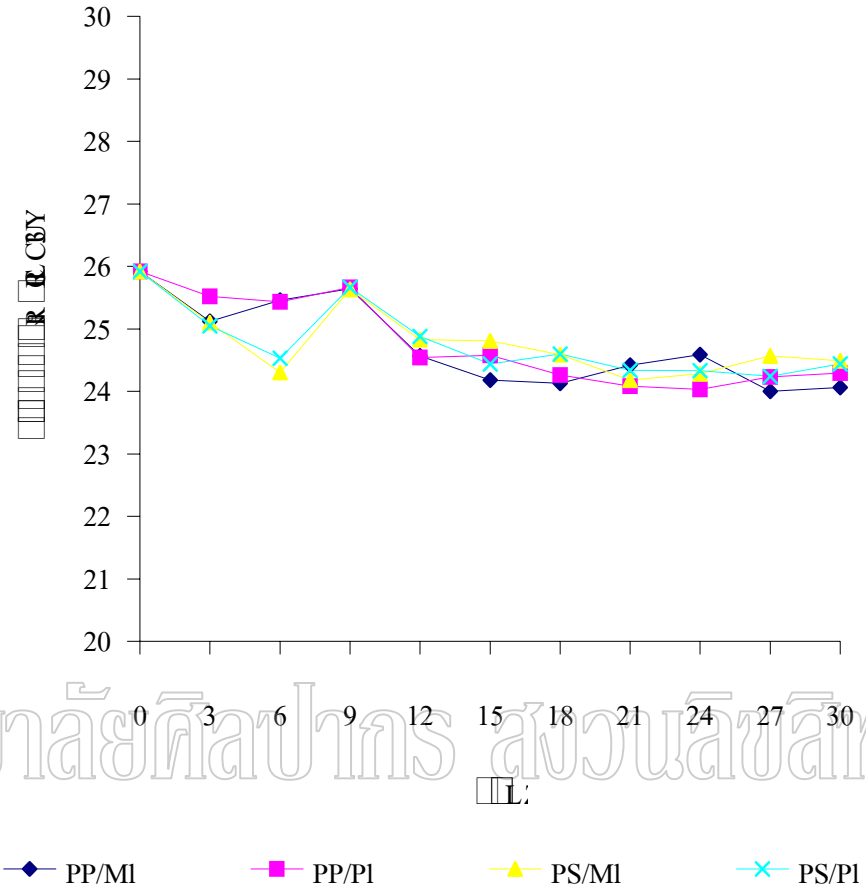
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 15 ค่าความสว่าง (brightness, L*) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 16 ค่าความเป็นสีแดง (redness, a*) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกในตู้แช่เย็น ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 17 ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness, b*) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติก ในตู้แช่เย็นซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

จากการสังเกตความแตกต่างระหว่างภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด คือ ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ และถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ปรากฏว่าภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด ให้ผลของค่าสีดังนี้

ค่าความสว่าง เมื่อเปรียบเทียบชนิดของถ้วยพลาสติกและแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึก พบว่า แผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึกให้ผลของค่าความสว่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ชนิดของถ้วยพลาสติกให้ผลของค่าความสว่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากภาพที่ 15 สังเกตเห็นว่าถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนให้ผลของค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน

ค่าความเป็นสีแดง เมื่อเปรียบเทียบชนิดของถ้วยพลาสติกและแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึก พบว่าแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึกให้ผลของค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ชนิดของถ้วยพลาสติกให้ผลของค่าความเป็นสีแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากภาพที่ 16 จะเห็นว่าถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีนให้ผลของค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน

ค่าความเป็นสีเหลือง แต่เมื่อเปรียบเทียบชนิดของถ้วยพลาสติกและแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึก พบว่าทั้งถ้วยพลาสติกและแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการปิดผนึกให้ผลของค่าความเป็นสีเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าสีทั้งหมดหรือค่าสีโดยรวม โดยใช้สูตรในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าสี ดังนี้

$$\Delta E = [\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2]^{1/2}$$

ถ้า ΔE มากกว่า 1 แสดงว่าค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงไป จากผลการทดลอง แทนค่าต่างๆ ในสูตรได้ผลดังนี้

ΔE ของ PP/Ml = 1.14

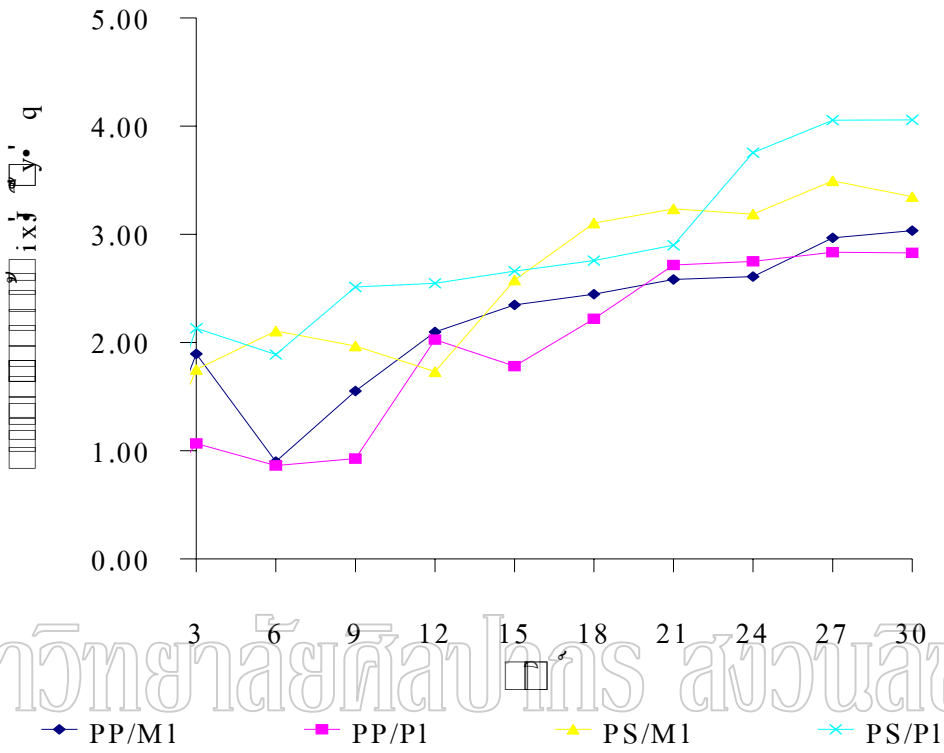
ΔE ของ PP/Pl = 1.76

ΔE ของ PS/Ml = 1.60

ΔE ของ PS/Pl = 1.93

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากผลการคำนวณ ค่า ΔE มากกว่า 1 แสดงว่าสีมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังแสดงในภาพที่ 18



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 18 ค่าสีของเครื่องดื่มกาแฟบรรจุถ้วยพลาสติกระหว่างการเก็บรักษาในตู้แช่เย็นซึ่งควบคุมอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 18 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสีทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษา ทุกบรรจุภัณฑ์ให้ผลของค่า ΔE มากกว่า 1 แสดงว่าสีมีการเปลี่ยนแปลงไปจากสีของผลิตภัณฑ์ก่อนการเก็บรักษา โดยเครื่องดื่มที่บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีโพรพิลีนที่ปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดนี้มีคุณสมบัติในการป้องกันแสงสว่างได้ดี ซึ่งแสงจัดเป็นสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ได้ หรือความแตกต่างของค่าสีที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอของอิมัลชันในเครื่องดื่มกาแฟเอง ทำให้เมื่อนำไปวัดค่าสี แสงจึงผ่านเข้าออกได้ไม่เท่ากันในขณะที่เครื่องกำลังทำการฉายแสงและวัดแสงที่สะท้อนออกมานั้น ค่าที่วัดออกมาได้จะมีความแตกต่างกัน

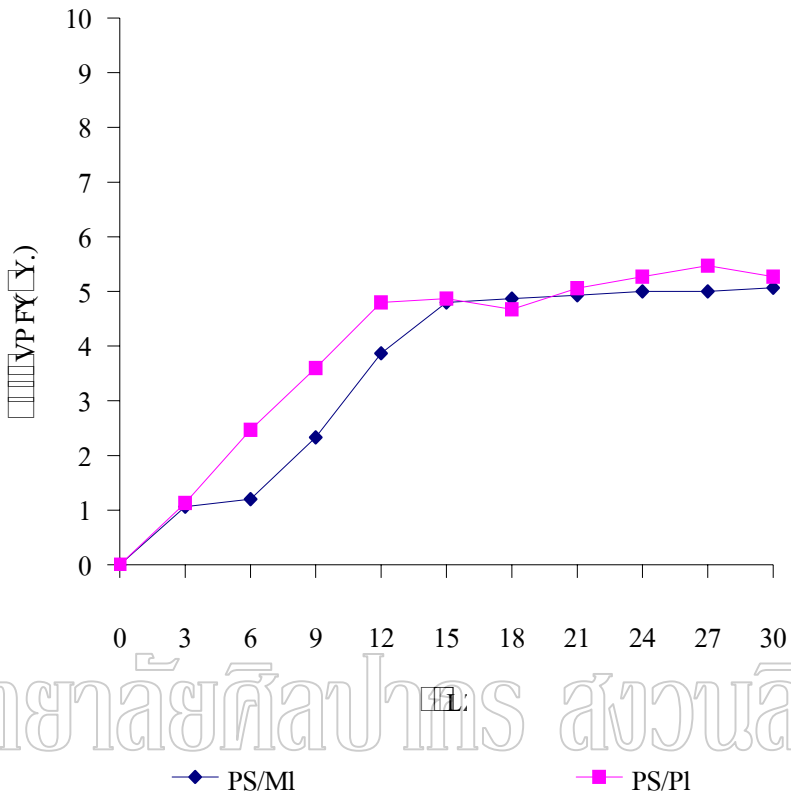
4.5.4 การเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นครีมและการตกตะกอน

กาแฟพร้อมดื่มเป็นอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) เนื่องจากมีส่วนประกอบของครีม โดยเม็ดไขมันในครีมจะแขวนลอยอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว แขวนลอยอยู่แบบน้ำมันในน้ำ เม็ดไขมันจะทำหน้าที่เป็นวัฏภาคที่กระจาย (dispersing phase) และของเหลวเป็นตัวกลาง (medium)

1. การเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นครีม

เม็ดไขมันมีสารประกอบประเภทคอลลอยด์เคลือบอยู่ด้านนอกเป็นชั้น เม็ดไขมันมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยแต่ละเม็ดจะมีสภาพเป็นประจุไฟฟ้าลบ ซึ่งผลักซึ่งกันและกัน ถ้าสามารถทำลายคอลลอยด์ที่ล้อมรอบไขมันให้หลุดออกไปได้ เม็ดไขมันขนาดเล็กๆ เหล่านั้นจะสามารถรวมตัวเป็นไขมันขนาดโต การเกิดชั้นครีมในกาแฟพร้อมดื่มนี้อาจเกิดจากความไม่คงตัวของอิมัลชัน คือเกิดการเปลี่ยนแปลงของหยดของเหลวหรือหยดน้ำมัน โดยขั้นแรกจะเกิดการรวมตัวของหยดน้ำมัน (aggregation หรือ flocculation) พร้อมกับหรือตามด้วยการแยกเป็นครีม (creaming) การเชื่อมรวมกันของหยดน้ำมันมีขนาดใหญ่ขึ้น (coalescence) และสุดท้ายเกิดการแยกตัวของน้ำและน้ำมัน (breaking) การแยกเป็นครีมเป็นการลอยขึ้นของหยดของเหลวที่กระจายตัวเนื่องจากมีความหนาแน่นต่างกันไปอยู่รวมกันในส่วนบน (ประสงค์, 2531) อัตราการลอยขึ้นสู่ผิวบนจะเป็นไปตามกฎของสโตก (Stoke's law) กระบวนการจะดำเนินการไปอย่างช้าๆ หรือชั้นครีมอาจเกิดจากการที่กรดไขมันทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน เนื่องจากเมื่อมีการเติมไฮโดรเจนเข้าไปในโมเลกุลของไขมัน ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกลายเป็นไขมันชนิดอิ่มตัว และพันธะคู่สลายเป็นพันธะเดี่ยว ผลที่ตามมาก็คือ ไขมันที่ประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว เปลี่ยนสภาพเป็นกึ่งแข็งกึ่งเหลว (ครีม) (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

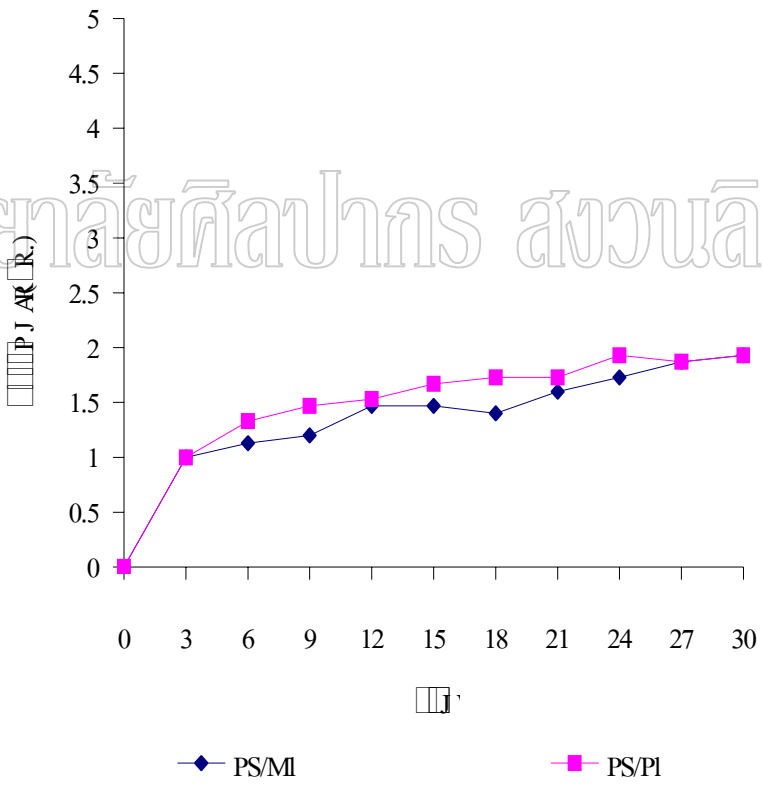
ภาพที่ 19 ความหนาของชั้นครีม

หมายเหตุ เนื่องจากถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน เป็นถ้วยที่มีสีขุ่นขาว ไม่สามารถวัดปริมาณความหนาของชั้นครีมได้ จึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ร่วมด้วย

จากผลการตรวจสอบค่าความหนาของชั้นครีม ดังแสดงในภาพที่ 19 พบว่าเมื่อเก็บรักษาเครื่องดื่มกาแฟในภาชนะบรรจุพลาสติกปิดสนิท ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน ค่าความหนาของชั้นครีมจะเพิ่มสูงขึ้น โดยจะจับตัวอยู่บริเวณปากถ้วย บริเวณก้นถ้วยพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฟิล์มทั้ง 2 ชนิด คือ ฟิล์มเมทัลไลซ์ และฟิล์มพลาสติกลามิเนต สังเกตเห็นว่าฟิล์มพลาสติกลามิเนตมีความหนาของชั้นครีมมากกว่าฟิล์มเมทัลไลซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของชั้นครีมน่าจะเกิดจากธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมากกว่าคุณสมบัติในการปกป้องของบรรจุภัณฑ์

2. ความหนาของตะกอน

การตกตะกอน เกิดจากโมเลกุลของสารประกอบอื่นในเครื่องดื่มกาแฟที่มีน้ำหนักโมเลกุลมาก เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิค และน้ำตาลมีน้ำหนักมากกว่าโมเลกุลของน้ำ จึงตกตะกอนลงสู่ก้นภาชนะตามแรงโน้มถ่วงของโลกตามกฎของสโตก (Stoke's law) นอกจากนี้โมเลกุลของคาราเมลซึ่งเป็นส่วนประกอบในกาแฟเองสามารถเกิดประจุได้ (electrochemical) จะให้ประจุบวกหรือลบขึ้นกับชนิดของคาราเมล และค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์อาหาร คาราเมลที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้คาราเมลที่มีประจุลบ แต่การใช้คาราเมลที่มีประจุลบมีข้อจำกัดโดยเฉพาะการใช้กับอาหารที่มีประจุบวกหรือมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากจะทำให้โมเลกุลของคาราเมลเกิดการเกาะกัน (flocculation) กับโปรตีน ทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอนได้ (พิศมัย, 2547 อ้างจาก Sethness Products Company, 1999)



ภาพที่ 20 ความหนาของตะกอน

หมายเหตุ เนื่องจากถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน เป็นถ้วยที่มีสีขุ่นขาว ไม่สามารถวัดปริมาณความหนาของชั้นครีมได้ จึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ร่วมด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากผลการตรวจสอบความหนาของตะกอน ดังแสดงในภาพที่ 20 พบว่าเมื่อเก็บรักษาเครื่องดื่มกาแฟในภาชนะบรรจุพลาสติกปิดสนิท ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน ค่าความหนาของตะกอนจะเพิ่มสูงขึ้น โดยอยู่บริเวณก้นถ้วย เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฟิล์มทั้ง 2 ชนิด คือ ฟิล์มเมทัลไลซ์ และฟิล์มพลาสติกลามิเนต สังเกตเห็นว่าฟิล์มพลาสติกลามิเนตมีความหนาของตะกอนมากกว่าฟิล์มเมทัลไลซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของตะกอนที่เกิดขึ้นน่าจะเกิดจากธรรมชาติของผลิตภัณฑ์มากกว่าเกิดจากคุณสมบัติในการป้องกันของบรรจุภัณฑ์

4.5.5 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส

Lynn (1996) กล่าวไว้ว่ากาแฟพร้อมดื่ม (ready-to-drink coffee, RTD coffee) ประกอบด้วยส่วนประกอบหลายอย่าง เช่น สารให้กลิ่นรส โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสารเพิ่มความคงตัว (stabilizers) ซึ่งส่วนประกอบบางอย่างสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ในระหว่างการเก็บรักษา เช่น กลิ่นรส (flavor) ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกร่วมด้วย โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน และทดสอบทุก 6 วัน ด้วยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ตัวอย่างที่ผลิตใหม่ และเก็บที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วันเป็นตัวเปรียบเทียบ (ตัวอย่างควบคุม) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน จากการให้ผลการทดสอบดังตารางที่ 16

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบสามเหลี่ยม (triangle test) ของกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกหลังการเก็บรักษา

วันที่ทดสอบ	ชนิดของผลิตภัณฑ์	จำนวนที่ตอบถูกจากผู้ชิม 15 คน
6	PP/Ml	4
	PP/Pl	3
	PS/Ml	6
	PS/Pl	6
12	PP/Ml	5
	PP/Pl	7
	PS/Ml	6
	PS/Pl	7
18	PP/Ml	6
	PP/Pl	8
	PS/Ml	7
	PS/Pl	7
24	PP/Ml	6
	PP/Pl	8
	PS/Ml	9
	PS/Pl	8
30	PP/Ml	8
	PP/Pl	9
	PS/Ml	10
	PS/Pl	9

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากตาราง Critical Number of Correct Responses in a Triangle Test ค่า $X_{a,n}$ *หรือ* $X_{0.05,\ 15}$= 9 หมายถึง ยอมให้มีคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุดเท่ากับ 9 คน ใน 15 คน จึงจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Meilgarrd และคณะ, 1999) จากผลการทดลองสรุปดังนี้ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟพร้อมดื่มที่บรรจุในภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด คือ ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ ถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์ม

เมทัลไลซ์ และถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ปรากฏว่าในระยะเวลาในการเก็บรักษา 24 วัน ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และในระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถ้วยโพลีโพรพิลีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มเมทัลไลซ์ และถ้วยโพลีสไตรีนกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนที่ปิดฝาด้วยเมทัลไลซ์ จะช่วยรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มได้นานที่สุด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนที่เหมาะสม ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่ม พบว่าต้องลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ลง 6 รอบลอการิทึม (F=6D) โดยพิจารณาคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุด และทนความร้อนได้สูงสุดเป็นตัวแทนในการศึกษา คือเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* sp. โดยเติมเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ชนิดนี้ลงในตัวอย่างกาแฟที่ผ่านการสเตอริไลซ์แล้ว และนำมาผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 65 70 75 และ 80 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟการรอดชีวิต และคำนวณหาค่า D ที่อุณหภูมิต่างๆ นี้ พบว่ามีค่า D เท่ากับ 45, 21, 16 และ 6 วินาที ตามลำดับ เมื่อนำค่า D ที่ได้มาสร้างกราฟแสดงระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิที่กำหนด (thermal death time curve, TDT curve) สามารถคำนวณหาค่า Z ได้ประมาณ 18 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน (ค่า F) โดยใช้อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิอ้างอิง พบว่า F^{18}_{80} มีค่าเท่ากับ 36 วินาที สรุปได้ว่า ในกระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกครั้งนี้ อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ คือ การให้ความร้อนที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 วินาที และทำให้เย็นลงในทันที โดยให้ความเย็นที่อุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 วินาที เมื่อบรรจุกาแฟในถ้วยพลาสติกทั้ง 4 ชนิด คือ ถ้วยโพลีโพรพิลีนที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มเมทัลไลซ์ ถ้วยโพลีโพรพิลีนที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกลามิเนต ถ้วยโพลีสไตรีนที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มเมทัลไลซ์ และถ้วยโพลีสไตรีนที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกลามิเนต เปรียบเทียบความแตกต่างของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่อคุณภาพของกาแฟพร้อมดื่ม โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 วัน จากการสังเกตพบว่าชนิดของถ้วยพลาสติกให้ผลของค่าความเป็นกรดด่าง ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดง รวมถึงการเพิ่มขึ้นของชั้นครีมและตะกอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่แผ่นฟิล์มที่ใช้ปิดผนึกให้ผลของค่าความเป็นกรดด่าง การเกิดชั้นครีมและการตกตะกอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่น่าจะเกิดจากธรรมชาติของเครื่องดื่มกาแฟมากกว่าเกิดจากประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟพร้อมดื่มที่เก็บรักษาไว้ทุก 6 วัน เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าบรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคแยกออกได้น้อยที่สุด และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานที่สุด คือ ถ้วยโพรลีโพรพิลีนที่ปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ข้อแนะนำ

1. ในการผลิตเพื่อจำหน่ายควรพิจารณาราคาของบรรจุภัณฑ์ด้วย จากการสอบถามราคาบรรจุภัณฑ์ในท้องตลาด แสดงราคาดังนี้

ถ้วยพลาสติกโพลีโพรพิลีน จำหน่ายราคาประมาณถ้วยละ 60 สตางค์

ถ้วยพลาสติกโพลีสไตรีน จำหน่ายราคาประมาณถ้วยละ 40 สตางค์

แผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ จำหน่ายราคาประมาณม้วนละ 1,200 บาท

แผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต จำหน่ายราคาประมาณม้วนละ 700 บาท

จากกำหนดราคาของบรรจุภัณฑ์ จะเห็นว่าถ้วยพลาสติกโพลีสไตรีน ราคาถูกกว่าถ้วยพลาสติกโพลีโพรพิลีน และแผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต ราคาถูกกว่าแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์มาก ดังนั้นหากโรงงานมีวัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานประมาณ 12-15 วัน ควรเลือกใช้ถ้วยพลาสติกโพลีสไตรีน และแผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนตจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า

2. ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มกาแฟ ควรมีการเติมสารเพิ่มความคงตัว และมีการโฮโมจิไนเซชันร่วมด้วย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากขึ้น ลดโอกาสการแยกชั้นในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น เครื่องดื่มจะมีรสเปรี้ยวมากขึ้น อาจป้องกันได้โดยการใช้ระบบบัฟเฟอร์เพื่อรักษาค่าพีเอชให้คงที่ ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มกาแฟ นิยมใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต เนื่องจากมีส่วนช่วยให้เกิดกลิ่นคาราเมลอ่อนๆ แต่การใช้สารควบคุมความเป็นกรดด่างในปริมาณมากเกินไป อาจมีผลเสียต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บรรณานุกรม

กระทรวงพานิชย์. 2546. รายงานกรมการค้าต่างประเทศ เรื่อง สถานการณ์กาแฟ. ฉบับที่ 5/2546.

กระทรวงสาธารณสุข. 2524. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท. ฉบับที่ 69. 13 น.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กาแฟ. ฉบับที่ 197. 5น.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ครีม. ฉบับที่ 208. 5น.

กุลวดี ตรองพาณิชย์. 2530. อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีการผลิตน้ำผักและน้ำผลไม้. *ใน* เอกสารประกอบการสัมนาเทคโนโลยีการส่งออก สินค้าอุตสาหกรรม, 18-20 ก.ย. 2530. กรมเศรษฐกิจพานิชย์. กรุงเทพฯ. น.5-10.

ขวัญใจ สุชินพงศ์พันธ์. 2541. การนำไคโตแซนไปใช้ประโยชน์ทางด้านภาชนะบรรจุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120น.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 505น.

โครงการเผยแพร่ความรู้และผลงานทางวิชาการผ่านสื่อหนังสือพิมพ์. 2545. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. ฉบับวันที่ 6 ก.ย. หน้าที่ 14.

โครงการเผยแพร่ความรู้ผ่านสื่อสารมวลชน. 2005. Microorgamisms in sugar. *ใน* http://158.108.19.9/fscicvk/sugarmicro.html. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตระพี บัวผัน และวลัยลักษณ์ เหลืองวิเศษกุล. 2545. วิวาทะกาแฟ. ใกล้หมอ 26(7): 44-45.

ทิพาพร อยู่วิทยา. 2546. จุลินทรีย์กับการใช้ความร้อน. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การกำหนดกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. ณ ห้องบำรุงเมือง ชั้น 4 โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ. 18น.

เทคโนโลยีการบรรจุ, ภาควิชา. ม.ป.ป. สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

นวรัตน์ จิระวงศ์ประภา. 2541. การพัฒนาน้ำมะขามหวานพร้อมดื่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 154น.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์. 160น.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บริษัท บริการข้อมูลผู้จัดการ จำกัด. 2540. ข้อมูลทางการตลาดผลิตภัณฑ์อาหารและบริษัทที่เข้าตลาดหลักทรัพย์ในประเทศไทย.

บุหลัน พิทักษ์ผล และทัสนี สรสุชาติ. 2544. การถนอมอาหารในปัจจุบัน. *ใน* http://ku.ac.th/e-magazine/february44/agri/food.html

ประสงค์ ทุ่งเก้า. 2531. การใช้สารอิมัลซิไฟเออร์และกัมในการรักษาความคงตัวของน้ำกะทิบรรจุกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 73น.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร สรสุชาติ. 2544. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ: บริษัท แพคเมทส์ จำกัด. 358น.

ปัญญภัทร ธาระวนิช. 2545. ผลิตภัณฑ์กาแฟ: กลยุทธ์ชิงตลาดมูลค่า 10,000 ล้านบาท. *ใน* http://www.kasikornresearch.com . 16 เม.ย.2005

ปัญญารัฐ ไม้สนธิ์. 2545. การศึกษาโครงสร้างตลาดกาแฟผงสำเร็จรูปในประเทศไทย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 75น.

พวงพร โชติกไกร. 2545. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 344น.

พิศมัย ศรีชาเยช. 2547. ผลของสภาวะการผลิตและกระบวนการให้ความร้อนต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของคาราเมล. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 72น.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร:โอเดียนสโตร์. 302น.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2546. หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 232น.

มณฑาทิพย์ อุ่นฉลาด. 2538. น้ำผลไม้. *ใน* การฝึกอบรมหลักการแปรรูปผลิตผลการเกษตรให้แก่เจ้าหน้าที่ศูนย์แปรรูปผลิตผลการเกษตรในโครงการพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ. 2 –20 ต.ค. 2538. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 243น.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2538. เอกสารการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 241น.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร: การถนอมอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 284น.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์. 210น.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล. 2541. การพัฒนาน้ำแครอทผสมน้ำผึ้งพร้อมดื่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 149น.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2537. การเน่าเสียของอาหารและการป้องกัน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 263น.

วิไล รังสาดทอง. 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น. 477น.

ศูนย์ศึกษาแนวพระราชดำริ. 2546. โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหนังสือและโฮมเพจ: ชุดพัฒนาสังคมตามแนวพระราชดำริ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริวรรณ (ไม่ปรากฏนามสกุล). 2546. *ใน* http//www.boncafe.co.th/trivia/coffeefact-th.htm

สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2547. *ใน* http//www.ismed.co.th

สมเพียร จิรชัย. 2542. หลักการแปรรูปและถนอมอาหาร. โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชมพรรษา 6 รอบ.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2545. การปลูกกาแฟ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. นนทบุรี. 69 หน้า.

โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี. 197น.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สายรุพ ชัยวานิชศิริ. 2546. การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การกำหนดกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. ณ ห้องบำรุงเมือง ชั้น 4 โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ. 10น.

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์. 2545 จุลชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 9. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 68น.

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์. 2546 จุลชีววิทยาปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 360 น.

สุมาลี เหลืองสุนทร. 2541. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ชัยเจริญ. 248น.

สุวิมล กีรติพิบูล. 2546. สุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เล่ม 3: มาตรการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 179น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2536. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1169-2536 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2517. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 99-2517 น้ำผลไม้: น้ำส้ม. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2517. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 101-2517 น้ำผลไม้: น้ำองุ่น. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2517. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 579-2527 น้ำมะม่วงปรุงในภาชนะบรรจุ. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 257 เล่ม 1-2521 น้ำบริโภค เล่ม1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ. กรุงเทพฯ.

อัญชลี กมลรัตนกุล จีรวรรณ สุทธิลักษณ์ เพ็ญโฉม พจนธาวี และละออ เซี่ยงหว่อง. 2546. หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ. 93น.

Aghurst, P.R. 1998. The Chemistry and Technology of Soft Drunks and Fruit Juices. Sheffield Academic. England. 258p.

Anon. 1981. The application of infraed heating to industrial process. British National Committee for Electroheat. 30 Millbank. London.

AOAC International. 1998. Bacteriological Analytical Manual (BAM). 8th edition Revision A, Published and distributed by AOAC International. USA.

APV Crepaco. 1988. Guide to aseptic pprocessing. Section 6. Bulletin. 12 p.

Ardhana, M. M. and Fleet G. H. 2003. The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. International Journal of Food Microbiology. 86: 87-99.

Chinachoti, P. 1996. Food Products Shelf-life Stability. Department of Food Science University of Massachusetts. U.S.A.

Chiozzotto, P. (1984). La passtorizzazione della birra: I' impiego del 'flash pastorizzatore, Ind. Bevande. London. 248 p.

Clarke, R.J. and Macrae, R. 1987. Coffee Technology. Vol: 2. Department of Food Science. University of Reading, UK. 321 p.

Coca, M., M.T., Gonzalez, G., Pena, M. and Garcia, J.A. 2004. Study of coloured component Formed in sugar beet processing. Food Chemistry. 86: 421-433.

Coffee Research Institute. 2001. *In* http://www.coffeeresearch.org/science/aromaman.htm

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Dornow, K.D. and Dusseldorf, A.. 2004. Food technology: Preservation of food by means of heat treatment (sterilisation, pasteurisation). *In* http://www.dornow.com.

Earle, R.L. 1983. Unit operation in food processing. 2nd ed. Pergamon Press. Oxford.

Ester, J.R. and Meyer, K.F. 1922. The heat resistant of spores of *B. botulinum* in canned foods. J. Infections Diseases 31: 650-663.

Fellows, P. 2000. Food Processing technology. Woodhead Publish Limited and CRC Press LLC. 575 p.

Ford, J. E., Porter, J.W.G., Thomson, S.Y., Toothill, J. and Edwards-Webb, J. 1969. Effect of UHT Processing and of subsequent stotage on vitamin content of milk. J.Dairy Res. 36: 447-454.

Frazier, W.C. and Westhoff, D.C. 1988. Food Microbiology. 4th ed. McGraw-Hill Book com. New York.

Garbutt, J. 1997. Essentials of food microbiology. Arnold. International student's Edition. London. 251 p.

Hammid-Samimi, M. H., M. H. and Swartzel, K.R. 1984. Pasteurization design criteria for production of extended shelf-life refrigerated liquid whold egg. J. Food Process Preserv. 8: 219-224.

Harper, W. 1976. Dairy technology and engineering. AVI. Westport. Connecticut. 572 p.

Herson, A.C. and Hulland, E.D. 1980. Canned foods. Thermal processing and microbiology. 7th ed. Churchill Living stone. Edinburgh.

Hodge, J.E. 1967. "Original of Flavor in Foods Nonenzymatic Browning Reactions" *In* Schultz, H.W., Day, E.A. and Libbey, L.M. eds. Chemistry and Physiology of Flavors. Connecticut: The AVI Publishing company, Inc, Wesport. 522p.

Holdsworth, S.D. 1997. Thermal Processing of Packaged Foods. Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall., London, UK. 283 p.

Jay, J.M. 1992. Modern food microbiology. 4th ed. Chapman and Hall,Ltd. New York.

Kilcast, D. and Subramaniam, P. 2000. The stability and shelf-life of food. 1st ed. England: Woodhead publishing limited. 340 p.

Kotzekidou, P. 1996. Amicrotitre tray procedure for a simplified indentification of *Bacillus* spp. In spoiled canned foods. Food microbiology. 13: 35-40.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Lewis, M.J. 1987. Physical properties of foods and food processing systems. Ellis Horwood. Chicester. West SussexVCH. Weinheim.

Loncin, M. and Merson, R.L. 1979. Food engineering: principles and selected applications. Academic Press. New York.

Lynn, A.K. 1996. Coffee and Tea beverage. Weeks Publishing Co. Nortbook. *In* www.foodproductedesign.com

Man, C.M.D. and Jones, A.A. 1994. Shelf life evaluation of foods. 1st ed. Glasgow: Chapman&Hall. 321 p.

Trachoo, N. 2002. Lecture notes. MSU, Thailand. 25 p.

Meilgaard, M., Vance, G. and Carr, B.T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press. Boca Raton. Florida.

Paine, F.A. and Paine, H.Y. 1992. Handbook of food packaging 2nd . Blackie Academy and Processional. Chapman and Hall. 497 p.

Peleg, M. and Bagley, E.B. 1983. Physical properties of foods. AVI. Westport. Connecticut.

Silva, C.F., Schwan R.F., Dias, E.F. and Wheals, A.E. 2000. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. International Journal of Food Microbiology. 60: 251-260.

Singh, R.P. and Heldman, D.R. 1993. Introduction to Food Engineering, 2nd edition. Academic Press, Inc., San Diego, California. 499 p.

Stollman, U., Johansson, F. and Leufven, A. 1986. Shelf life evaluation of foods.

Stumbo, C.R. 1973. Thermobacteriology in food processing. 2nd ed. Academic Press. New York.

Rao, M.A. and Lund, D.B. 1986. Kinetics of thermal softening of foods. J. Food Proc. Preserv. 10: 311.

Varnan, A.H. and Sutherland, J.P. 1994. Beverage. London: Chapman&Hall. 464 p.

Van-Arsdel, W.B., Coply, M.J. and Olson, R.L. 1973. Quality and stability of frozen foods. Wiley Interscience. New York.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Willage, R.V., Cchoolmeester, D.,Ooil, A.V., Linssen, J. and Voragen, A. 2001. Influence of storage time and temperature on absorption of flavour compounds from solutions by plastic packing materials. Journal of Food Science. 67(6): 2023-2031.

Woodams, E.E. and Nowery, J.E. 1968. Literature values of thermal conductivity of foods.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) (AOAC, 1992)

1. ดูดตัวอย่างอาหารด้วยปิเปตมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่มีสารละลาย (เปปโตน) เพื่อเจือจาง 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือเจือจางต่อไปจนกว่าจะอ่านจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30 ถึง 300 โคโลนี

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง จากข้อ 1 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อความเข้มข้นละ 2 จาน

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพลตเคาน์อะการ์ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 10 ถึง 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

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

5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีปริมาณ 30 ถึง 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2. การวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) (AOAC, 1992)

1. การทดสอบขั้นแรก (presumtion test)

1) นำตัวอย่างประมาณ 1 มิลลิลิตร มาเพาะ (inoculate) ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบล์บรอท ร้อยละ 2 หรือลอริลทริปโตสบรอท จำนวน 2 หลอด

2) อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้น นำไปทดสอบต่อตามข้อ 2

2. การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (completed test)

1) นำหลอดที่มีก๊าซจากข้อ 1 มาเขย่าเบาๆ แล้วใช้ที่เขี่ยเชื้อ (loop) ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในหลอดที่มีก๊าซนำไปขีดเป็นเส้นๆ (streak) บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดอะการ์หรือลีวายน์อีเอ็มบีอะการ์ ในลักษณะที่จะให้โคโลนีแยกจากกัน หลังการอบเพาะเชื้อ

2) อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์มในอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดอะการ์จะมีลักษณะสีแดง และโคโลนีเฉพาะของโคลิฟอร์มในอาหารเลี้ยงเชื้อลีวายน์อีเอ็มบีอะการ์ จะมีลักษณะเป็นสีเข้ม อาจเป็นสีแดงหรือม่วงเข้มก็ได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3) ถ่ายโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะจากข้อ 2) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบล์บรอท ร้อยละ 2 หรือลอริลทริปโตสบรอท และบนอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์อะการ์

4) อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ดูการเกิดก๊าซในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแลกโตสไบล์บรอท หรือลอริลทริปโตสบรอท ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นให้นำเชื้อที่ขึ้นอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์อะการ์ ไปย้อมสีด้วยวิธีแกรม สเตน (gram stain) ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าเชื้อเป็นแกรมลบ (gram negative) มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นๆ ไม่มีสปอร์ แสดงว่าเป็นแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม

3. การวิเคราะห์สตาฟิโลคอกคัส (*staphylococcus*) (AOAC, 1992)

1. หยดตัวอย่างประมาณ 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแมนนิตอลต์ซอลต์เอกโยล์กอะการ์ และเทลลูไรต์ไกลซีนอะการ์อย่างละ 2 จาน ใช้แท่งแก้วปลายงอเกลี่ย (spread) ไปให้ทั่วผิวหน้า

2. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส 24 ถึง 48 ชั่วโมง ตรวจดูถ้ามีโคโลนีเป็นสีเหลือง รอบๆ โคโลนีมีลักษณะขุ่นบนอาหารเลี้ยงเชื้อแมนนิตอลต์ซอลต์เอกโยล์กอะการ์ หรือโคโลนีเป็นสีดำบนอาหารเลี้ยงเชื้อเทลลูไรต์ไกลซีนอะการ์ ให้นำไปย้อมสีด้วยวิธีแกรมสเตน แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าพบว่าติดสีแกรมบวก มีลักษณะกลม อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น แสดงว่าเป็นแบคทีเรียชนิดสตาฟิโลคอกคัส

3. นำโคโลนีซึ่งมีลักษณะเฉพาะตามข้อ 2 เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ตอินฟิวซันบรอท นำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูโคอะกูเลส (coagulase) ต่อไป

การทดสอบโคอะกูเลส

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ละลายโคอะกูเลสพลาสมา (coagulase plasma) ขนาด 100 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดพลาสมา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วเล็กๆ เติมเชื้อที่เพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ตอินฟิวซันบรอทจากข้อ 3 ลงไป 2 หยด อบเพาะเชื้อที่ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส ตรวจดูการแข็งตัวของพลาสมาทุกๆ ชั่วโมง เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ถ้ามีการแข็งตัวของพลาสมาเกิดขึ้นแสดงว่ามีแบคทีเรียชนิดสตาฟิโลคอกคัสที่อาจทำให้อาหารเป็นพิษได้

4. การวิเคราะห์ยีสต์ และรา (AOAC, 1992)

1. ดูดตัวอย่างอาหารด้วยปิเปตมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่มีสารละลาย (เปปโตน) เพื่อเจือจาง 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือเจือจางต่อไปจนกว่าจะอ่านจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30 ถึง 300 โคโลนี

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง จากข้อ 1 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อความเข้มข้นละ 2 จาน

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อโปเตโตเดกซโตรสอะการ์ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 10 ถึง 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็ง แล้วนำไปอบเพาะเชื้อ (incubate) ที่อุณหภูมิ 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส นาน 3 ถึง 5 วัน

5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นในจานเพาะเชื้อ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ข

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตกาแฟพร้อมดื่ม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพผนวกที่ 4 เครื่องปิดผนึก (sealer) สำหรับถ้วยพลาสติก

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพผนวกที่ 5 ตู้แช่เย็น (refrigerator) ควบคุมอุณหภูมิที่ 8 องศาเซลเซียส

ภาพผนวกที่ 6 ซ้าย กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน (polystyrene) ปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ (metallize)
ขวา กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน (polystyrene) ปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต (plastic laminate)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพผนวกที่ 7 ซ้าย กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (polypropylene) ปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มเมทัลไลซ์ (metallize)
ขวา กาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (polypropylene) ปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกลามิเนต (plastic laminate)

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Triangle test

ผลิตภัณฑ์กาแฟพร้อมดื่ม

ชื่อผู้ทดสอบชิม……..……วันที่.....

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ โดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา จะมีตัวอย่างที่เหมือนกัน 2 ตัวอย่าง ให้เขียนหมายเลขของตัวอย่างที่มีความแตกต่างจากตัวอย่างที่เหลือ
โปรดให้เหตุผลในการอธิบายความรู้สึกของท่านด้วย
การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริง จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทดลองครั้งนี้

ความชอบรวม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตัวอย่าง	ตัวอย่างที่แตกต่าง	ข้อคิดเห็น
_____ _____ _____	_____	_____
_____ _____ _____	_____	_____
_____ _____ _____	_____	_____
_____ _____ _____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ

……

……

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ง
จำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟ

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

เวลาที่ใช้ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ (วินาที)	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต[1] (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
0	4.43×10^{8}
10	23.20×10^{6}
20	21.25×10^{6}
30	8.50×10^{6}
40	7.55×10^{6}

[1] n = 4

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางภาพที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เวลาที่ใช้ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ (วินาที)	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต [1] (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
0	4.43×10^{8}
10	1.27×10^{7}
20	7.25×10^{6}
30	6.47×10^{6}
40	25.10×10^{5}

[1] n = 4

ตารางภาพที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส

เวลาที่ใช้ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ (วินาที)	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต [1] (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
0	4.43×10^{8}
5	6.05×10^{6}
10	3.72×10^{6}
15	11.17×10^{5}
20	6.85×10^{5}

[1] n = 4

ตารางภาพที่ 4 จำนวนจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มกาแฟที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

เวลาที่ใช้ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ (วินาที)	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่รอดชีวิต [n] (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
0	4.43×10^{8}
5	5.40×10^{6}
10	13.50×10^{5}
15	5.73×10^{5}
20	6.35×10^{4}

[1] n = 4

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	10	933220.0682	93322.0068	41.00	<.0001[ns]
cup	1	0.9205	0.9205	0.00	0.9840
day*cup	10	4180.2045	418.0205	0.18	0.9966
film	1	4023.0114	4023.0114	1.77	0.1906
day*film	10	23903.1136	2390.3114	1.05	0.4197
cup*film	1	1305.9205	1305.9205	0.57	0.4528
day*cup*film	10	13839.7045	1383.9705	0.61	0.7985
Error	44	100158.5000	2276.330		
Corrected Total	87	1080631.4430			

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความเป็นสีแดงในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	10	22.02893485	2.20289348	115.40	<.0001[ns]
cup	1	0.26281894	0.26281894	13.77	0.0004
day*cup	10	1.86465606	0.18646561	9.77	<.0001[ns]
film	1	0.03309167	0.03309167	1.73	0.1914
day*film	10	0.13355000	0.01335500	0.70	0.7224
cup*film	1	0.01340076	0.01340076	0.70	0.4044
day*cup*film	10	0.45550758	0.04555076	2.39	0.0149
Error	88	1.67986667	0.01908939		
Corrected Total	131	26.47182652			

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความเป็นสีเหลืองในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	10	41.60742424	4.16074242	93.60	<.0001[ns]
cup	1	0.01939394	0.01939394	0.44	0.5106
day*cup	10	4.79473939	0.47947394	10.79	<.0001[ns]
film	1	0.00310303	0.00310303	0.07	0.7922
day*film	10	0.39573030	0.03957303	0.89	0.5456
cup*film	1	0.03869394	0.03869394	0.87	0.3534
day*cup*film	10	1.37737273	0.13773727	3.10	0.0020
Error	88	3.91186667	0.04445303		
Corrected Total	131	52.14832424			

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความสว่างในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	10	70.81505606	7.08150561	420.82	<.0001 [ns]
cup	1	30.17327348	30.17327348	1793.04	<.0001 [ns]
day*cup	10	8.69176818	0.86917682	51.65	<.0001 [ns]
film	1	0.04183712	0.04183712	2.49	0.1184
day*film	10	2.48863788	0.24886379	14.79	<.0001 [ns]
cup*film	1	2.73197045	2.73197045	162.35	<.0001 [ns]
day*cup*film	10	2.84267121	0.28426712	16.89	<.0001 [ns]
Error	88	1.4808667	0.0168280		
Corrected Total	131	119.2660811			

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความเป็นกรดด่างในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	10	1.65047424	0.165047424	638.89	<.0001 ns
cup	1	0.00573409	0.00573409	22.20	<.0001 ns
day*cup	10	0.04360758	0.00436076	16.88	<.0001 ns
film	1	0.01727348	0.01727348	66.87	<.0001 ns
day*film	10	0.01643485	0.00164348	6.36	<.0001 ns
cup*film	1	0.00600076	0.00600076	23.23	<.0001 ns
day*cup*film	10	0.02664091	0.00266409	10.31	<.0001 ns
Error	88	0.02273333	0.00025833		
Corrected Total	131	1.78889924			

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความหนาของครีมชั้นบนในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	9	621.5633333	69.0625926	331.50	<.0001 [ns]
film	1	14.9633333	14.9633333	71.82	<.0001 [ns]
day*film	9	18.6033333	2.0670370	9.92	<.0001 [ns]
sub	2	0.8266667	0.4133333	1.98	0.1398
day*sub	18	5.5066667	0.3059259	1.47	0.1021
film*sub	2	0.6666667	0.3333333	1.60	0.2040
day*film*sub	18	8.4666667	0.4703704	2.26	0.0031
Error	240	50.0000000	0.2083333		
Corrected Total	299	720.5966667			

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าความหนาของครีมชั้นล่างในกาแฟพร้อมดื่มบรรจุถ้วยในระหว่างการเก็บรักษา

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
day	9	23.81666667	2.64629630	14.84	<.0001 [ns]
film	1	1.47000000	1.47000000	8.24	0.0045
day*film	9	0.96333333	0.10703704	0.60	0.7963
sub	2	0.42000000	0.21000000	1.18	0.3098
day*sub	18	2.51333333	0.13962963	0.78	0.7195
film*sub	2	0.02000000	0.01000000	0.06	0.9455
day*film*sub	18	2.24666667	0.12481481	0.70	0.8100
Error	240	42.80000000	0.17833333		
Corrected Total	299	74.25000000			

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ฉ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 197) พ.ศ. 2543
เรื่อง กาแฟ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง กาแฟ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ข้อ 1 ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 77 (พ.ศ.2527) เรื่อง กาแฟ ลงวันที่13 มกราคม พ.ศ.2527

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 132 (พ.ศ.2533) เรื่อง กาแฟ (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2533

(3) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 181) พ.ศ.2540 เรื่อง กาแฟ (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

ข้อ 2 ให้กาแฟที่คั่วแล้ว เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 กาแฟตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 6 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) กาแฟแท้ หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลที่แก่จัดของต้นกาแฟในสกุลคอฟเฟีย (Coffea) ผ่านกรรมวิธีเอาเมล็ดออก นำเมล็ดมาคั่วจนได้ที่ และอาจบดให้ได้ขนาดตามความต้องการ

(2) กาแฟผสม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกาแฟตาม (1) ที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

(3) กาแฟที่สกัดกาเฟอีนออก หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกาแฟตาม (1) ที่ได้สกัดเอากาเฟอีนออก

(4) กาแฟสำเร็จรูป หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลที่แก่จัดของต้นกาแฟในสกุลคอฟเฟียผ่านกรรมวิธีเอาเมล็ดออก นำเมล็ดมาคั่วจนได้ที่โดยมิได้มีการผสมสิ่งอื่นใด แล้วนำมาสกัดด้วยน้ำเท่านั้น นำไปประเหยน้ำออกจนแห้งด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม มีลักษณะเป็นผง หรือเป็นเกล็ด หรือลักษณะ อื่น ๆ และสามารถละลายน้ำได้หมดทันที

(5) กาแฟสำเร็จรูปผสม หมายความว่า กาแฟสำเร็จรูปตาม (4) ที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

(6) กาแฟสำเร็จรูปที่สกัดกาเฟอีนออก หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกาแฟตาม (4) ที่ได้สกัดเอากาเฟอีนออก

ในกรณีที่นำกาแฟตาม (1)(2)(3)(4)(5) หรือ (6) มาปรุงแต่งรสในลักษณะพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะปิดสนิทไม่ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้ง ให้ถือว่าเป็นกาแฟซึ่งต้องปฏิบัติตามประกาศฉบับนี้ด้วย

ข้อ 4 กาแฟแท้ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(1) มีกลิ่นและรสของกาแฟแท้

(2) มีเถ้าทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก และเถ้าทั้งหมดนั้นต้องละลายน้ำได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของน้ำหนัก

(3) มีกาเฟอีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของน้ำหนัก

(4) มีน้ำตาล คำนวณเป็นน้ำตาลอินเวิร์ตทั้งหมดได้ไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

(5) ไม่ผสมวัตถุอื่นใด ยกเว้นวัตถุที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพที่ใช้เพื่อการคั่วและแต่งกลิ่น

(6) ไม่ใช้สี เว้นแต่สีน้ำตาลเคี่ยวไหม้หรือสีคาราเมล

ข้อ 5 กาแฟผสมต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกาแฟเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนักเมื่อแห้ง

(2) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานเอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม

ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(3) มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 กาแฟที่สกัดกาเฟอีนออก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกาเฟอีนไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก

(2) มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 7 กาแฟสำเร็จรูป ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสของกาแฟแท้

(2) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(3) มีเถ้าทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนักเมื่อแห้ง

(4) มีกาเฟอีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 ของน้ำหนัก

ข้อ 8 กาแฟสำเร็จรูปผสม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(2) มีกาเฟอีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

(3) ไม่ใช้สี เว้นแต่ สีน้ำตาลเคี่ยวไหม้ หรือสีคาราเมล

(4) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐาน เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(5) มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 9 กาแฟสำเร็จรูปที่สกัดกาเฟอีนออก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(2) มีกาเฟอีนไม่เกินร้อยละ 0.3 ของน้ำหนัก

(3) มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 10 กาแฟตามวรรคสองของข้อ 3 ชนิดเหลว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของกาแฟนั้น

(2) มีกาเฟอีนไม่เกิน 100 มิลลิกรัม ต่อกาแฟปรุงสำเร็จชนิดเหลว 100 มิลลิลิตร และกาเฟอีนดังกล่าวต้องมาจากกาแฟที่ใช้เป็นวัตถุดิบเท่านั้น

(3) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อกาแฟ 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(4) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*)

(5) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(6) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(7) ไม่มียีสต์และเชื้อรา

(8) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐาน เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม

ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(9) มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(9.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อกาแฟปรุงสำเร็จ 1 กิโลกรัม

(9.2) กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อกาแฟปรุงสำเร็จ 1 กิโลกรัม

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (9.1) หรือ (9.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณรวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 11 กาแฟปรุงสำเร็จชนิดแห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

(2) เมื่อละลายหรือผสมน้ำตามที่กำหนดไว้ในฉลาก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 10

ข้อ 12 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้ากาแฟเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 13 การใช้ภาชนะบรรจุกาแฟ ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ 14 การแสดงฉลากของกาแฟ ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

ข้อ 15 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 77 (พ.ศ.2527) เรื่อง กาแฟ ลงวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2527

แก้ไข เพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 132 (พ.ศ.2533) เรื่อง กาแฟ (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2533 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 181) พ.ศ.2540 เรื่อง กาแฟ (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 16 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้ากาแฟที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 12

ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมด แต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 17 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 276) พ.ศ.2546

เรื่อง กาแฟ (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง กาแฟ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 39 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกความในข้อ 14 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 197) พ.ศ.2543 เรื่อง กาแฟ ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 14 การแสดงฉลากของกาแฟ ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก และฉลากของกาแฟพร้อมบริโภคชนิดเหลวตามข้อ 3 วรรคสอง ต้องแสดงข้อความ "มีกาเฟอีน มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร" (ความที่เว้นไว้ให้แสดงปริมาณกาเฟอีน) ด้วยตัวอักษรสีเข้มเส้นทึบ ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ที่อ่านได้ชัดเจนอยู่ในกรอบพื้นสีขาว บริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า"

ข้อ 2 ให้กาแฟพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ซึ่งผลิตหรือนำเข้าภายในเก้าสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ให้ยังคงใช้ฉลากเดิมต่อไปได้ สำหรับกาแฟพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ภาชนะบรรจุเป็นกล่องกระดาษยูเอชที ที่ได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ซึ่งผลิตหรือนำเข้าภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ให้ยังคงใช้ฉลากเดิมต่อไปได

ข้อ 3 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ.2546

(ลงชื่อ) สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

(นางสุดารัตน์ เกยุราพันธุ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(ฉบับที่ 208) พ.ศ.2543
เรื่อง ครีม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ครีม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 49 (พ.ศ.2523) เรื่อง ครีม ลงวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ.2523

ข้อ 2 ให้ครีมเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ข้อ 3 ในประกาศนี้

"ครีม" หมายความว่า ครีมแท้ ครีมผสม และครีมเทียม

"ครีมแท้" หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่แยกได้จากนม โดยกรรมวิธีต่าง ๆ และมีมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

"ครีมผสม" หมายความว่า ครีมแท้ที่มีไขมันอื่นเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

"ครีมเทียม" หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่มิได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ หรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของไขมันทั้งหมด

"ครีมเปรี้ยว" หมายความว่า ครีมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค หรือที่ไม่ทำให้เกิดพิษ และมีจุลินทรีย์ดังกล่าวที่มีชีวิตคงเหลืออยู่จากกรรมวิธีการหมักนั้น

ข้อ 4 ครีมแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) ครีมพร่องมันเนย (Half cream)

(2) ครีมธรรมดา (Cream หรือ Single cream)

(3) วิปปิ้งครีม (Whipping cream)

(4) ดับเบิ้ลครีม (Double cream หรือ Heavy cream หรือ Thick cream)

(5) ครีมเปรี้ยว (Sour cream)

ข้อ 5 ครีมแท้ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ทำจากนม

(2) มีมันเนย ดังต่อไปนี้

(2.1) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 และไม่ถึงร้อยละ 18 ของน้ำหนัก สำหรับครีมแท้ชนิดพร่องมันเนย

(2.2) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 ของน้ำหนัก สำหรับครีมแท้ชนิดธรรมดา

(2.3) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 28 ของน้ำหนัก สำหรับครีมแท้ชนิดวิปปิ้งครีม

(2.4) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 ของน้ำหนัก สำหรับครีมแท้ชนิดดับเบิ้ลครีม

(2.5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก สำหรับครีมแท้ชนิดครีมเปรี้ยว

(3) มีความเป็นกรด คำนวณเป็นกรดแลคติคได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก นอกจากครีมเปรี้ยว

(4) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม

(5) ไม่มีกลิ่นหืน

(6) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(8) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(9) ใช้ก๊าซที่ไม่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในกรรมวิธีการผลิตวิปปิ้งครีม

ข้อ 6 ครีมแท้ที่ทำให้แห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ทำจากนม

(2) มีลักษณะเป็นผง ไม่เกาะเป็นก้อน หรือมีลักษณะตามรูปลักษณะนั้น

(3) มีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 42 ของน้ำหนัก

(4) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(5) ตรวจพบแบคทีเรียไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม

(6) ไม่มีกลิ่นหืน

(7) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(8) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(9) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 7 ครีมผสม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีมันเนยผสมอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของไขมันทั้งหมด และ

(1.1) มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 และไม่ถึงร้อยละ 18 ของน้ำหนัก สำหรับครีมผสมชนิดพร่องมันเนย

(1.2) มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 ของน้ำหนัก สำหรับครีมผสมชนิดธรรมดา

(1.3) มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 28 ของน้ำหนัก สำหรับครีมผสมชนิดวิปปิ้งครีม

(1.4) มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 ของน้ำหนัก สำหรับครีมผสมชนิดดับเบิ้ลครีม

(2) มีความเป็นกรด คำนวณเป็นกรดแลคติคได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

(3) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม

(4) ไม่มีกลิ่นหืน

(5) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ใช้ก๊าซที่ไม่เป็นพิษหรืออันตรายต่อสุขภาพ ในกรรมวิธีการผลิตครีมผสมชนิดวิปปิ้งครีม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ข้อ 8 ครีมผสมที่ทำให้แห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีลักษณะเป็นผง ไม่เกาะเป็นก้อน หรือมีลักษณะตามรูปลักษณะนั้น

(2) มีไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของน้ำหนัก

(3) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(4) ตรวจพบแบคทีเรียไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม

(5) ไม่มีกลิ่นหืน

(6) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(8) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 9 ครีมเทียม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีไขมัน ดังต่อไปนี้

(1.1) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 และไม่ถึงร้อยละ 18 ของน้ำหนัก สำหรับครีมเทียมชนิดพร่องไขมัน

(1.2) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 ของน้ำหนัก สำหรับครีมเทียมชนิดธรรมดา

(1.3) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 28 ของน้ำหนัก สำหรับครีมเทียมชนิดวิปปิ้งครีม

(1.4) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 ของน้ำหนัก สำหรับครีมเทียมชนิดดับเบิ้ลครีม

(2) มีความเป็นกรดคำนวณเป็นกรดแลคติคได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

(3) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม

(4) ไม่มีกลิ่นหืน

(5) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ใช้ก๊าซที่ไม่เป็นพิษหรืออันตรายต่อสุขภาพในกรรมวิธีการผลิตครีมเทียมชนิดวิปปิ้งครีม

ข้อ 10 ครีมเทียมที่ทำให้แห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีลักษณะเป็นผง ไม่เกาะเป็นก้อน หรือมีลักษณะตามรูปลักษณะนั้น

(2) มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก

(3) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(4) ตรวจพบแบคทีเรียไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม

(5) ไม่มีกลิ่นหืน

(6) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(8) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 11 การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ 12 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าครีมเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 13 การใช้ภาชนะบรรจุครีม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 14 การแสดงฉลากของครีม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 15 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 49 (พ.ศ.2523) เรื่อง ครีม ลงวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ.2523 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับตั้งแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 16 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าครีมที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

เลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 12 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 17 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543
เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงแก้ไขประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ.2524) เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2542 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 180) พ.ศ.2542 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ข้อ 2 ให้เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 3 เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) น้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย

(2) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(3) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือออกซิเจน ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(4) เครื่องดื่มตาม (2) หรือ (3) ชนิดเข้มข้นซึ่งต้องเจือจางก่อนบริโภค

(5) เครื่องดื่มตาม (2) หรือ (3) ชนิดแห้ง

ข้อ 4 เครื่องดื่มตามข้อ 2 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น

(2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ

(3) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(5) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*)

(6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ไม่มียีสต์และเชื้อรา

(9) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ดังต่อไปนี้

(9.1) สารหนู	ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
(9.2) ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
(9.3) ทองแดง	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
(9.4) สังกะสี	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
(9.5) เหล็ก	ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
(9.6) ดีบุก	ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม
(9.7) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(10) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบและแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิต รวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช้เมทิลแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ต้องเจือจางหรือเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ต้องละลายก่อนบริโภคตามที่กำหนดไว้ในฉลาก เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ตาม (4) และมี สารปนเปื้อนได้ตามที่กำหนดไว้ใน (9)

ข้อ 5 เครื่องดื่มตามข้อ 3 นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังต่อไปนี้ด้วย

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) ชนิดเข้มข้นหรือชนิดแห้ง เมื่อเจือจางหรือละลายแล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(3) เครื่องดื่มชนิดแห้งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก ถ้าเป็นเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ผลิตจากพืชหรือผัก ให้มีความชื้นได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) หรือ 3(3) มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(4.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(4.2) กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) หรือ 3(3) ชนิดเข้มข้น เมื่อเจือจางแล้วมีวัตถุกันเสียได้ ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4) เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) หรือ 3(3) ชนิดแห้ง เมื่อละลายแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4)การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (4.1) หรือ (4.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 7 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 8 การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อเครื่องดื่มตามข้อ 3(2) ที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ทั้งชนิดเหลวหรือชนิดแห้ง และ เครื่องดื่มตามข้อ 3(3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ทั้งชนิดเหลวและชนิดแห้ง ให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

(1.1) “น้ำ ..... 100%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ล้วน

(1.2) “น้ำ ..... 100% จากน้ำ ..... เข้มข้น” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่ทำจากการนำผลไม้ชนิดเข้มข้นมาเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานเหมือนกับเครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.3) “น้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ตั้งแต่ร้อยละ 20 ของน้ำหนักขึ้นไป แต่ไม่ใช่เครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.4) “น้ำรส .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ไม่ถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3(3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์เป็นส่วนผสมให้ใช้ชื่อ ดังนี้

“น้ำหวานกลิ่น.....” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อกลิ่นของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์)

(3) เครื่องดื่มตามข้อ 3(4) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องมีข้อความ “เข้มข้น” ต่อท้ายชื่อดังกล่าว และให้แสดงข้อความ “เมื่อเจือจางแล้วมีน้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่มด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3(5) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องแสดงข้อความ “เมื่อละลายแล้วมีน้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่มแล้ว

เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล ต้องแสดงข้อความว่า “ใช้ ..... เป็นวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อของวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้) ด้วยตัวอักษรขนาดไม่เล็กกว่า 2 มิลลิเมตร สีของตัวอักษรตัดกับสีพื้นของฉลากข้อความที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด (ถ้ามี)

ข้อ 9 ประกาศนี้ ไม่ใช้บังคับกับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

ข้อ 10 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ.2524) เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 180) พ.ศ.2540 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ.2542 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่

ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 6 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544

เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกความในข้อ 10 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 10 ประกาศฉบับนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

(1) ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ.2524) เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 180) พ.ศ.2540 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ก่อนประกาศนี้ใช้บังคับ โดยใบสำคัญดังกล่าวยังคงใช้ได้ต่อไป

(2) ให้ใบสำคัญการใช้ฉลากอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 68 (พ.ศ.2525) เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ 29 เมษายน พ.ศ.2525 แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวง สาธารณสุข ฉบับที่ 95 (พ.ศ.2528) เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ.2528 และฉบับที่เกี่ยวข้องก่อนประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้ไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ"

ข้อ 2 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2544 เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2544

สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 70 ง. ลงวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2544

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 290) พ.ศ. 2548

เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3)

เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคจากการบริโภคเครื่องดื่มที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(2)(4)(6) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 39 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็น (5) ของข้อ 5 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544 ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2544

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

"(5) เครื่องดื่มตามข้อ 3(3) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติ ต้องมีปริมาณกาเฟอีนไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร"

ข้อ 2 ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นข้อ 8/1 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544 ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2544

"ข้อ 8/1 การแสดงฉลากของเครื่องดื่มตามข้อ 3(3) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาตินอกจากต้องปฏิบัติตามข้อ 8 แล้ว ให้แสดงข้อความว่า "มีกาเฟอีน" ด้วยตัวอักษรขนาดความสูงไม่น้อยกว่า2 มิลลิเมตร ที่อ่านได้ชัดเจน อยู่ในบริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า"

ข้อ 3 ให้ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติซึ่งได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ปฏิบัติตามข้อ 8/1 ภายในเก้าสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

กรณีภาชนะบรรจุเป็นขวดแก้วใช้หมุนเวียนที่ใช้อยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับให้ยังคงใช้ต่อไปได้จนหมดอายุการใช้งาน แต่ต้องแสดงข้อความว่า "มีกาเฟอีน" ด้วยตัวอักษรขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตรที่อ่านได้ชัดเจนไว้ที่ฝาจีบ ภายในเก้าสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 4 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

(ลงชื่อ) สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

(นางสุดารัตน์ เกยุราพันธุ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(อยู่ระหว่างเสนอลงราชกิจจานุเบกษา)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ชลิดา เลื่อมใสสุข
ที่อยู่	52/6 ซ. กุลบุตร ถ. ตลาดใหม่ ต. ตลาด อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84000
การศึกษา	การศึกษาระดับปริญญาโท
	สถานที่เรียน: มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์
	คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
	การศึกษาระดับปริญญาตรี
	สถานที่เรียน: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์