

การปรับปรุงกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มในธุรกิจขนาดย่อมเพื่อ
ยืดอายุการเก็บรักษา

IMPROVEMENT OF READY-TO-DRINK GREEN TEA
PROCESS IN SMEs TO PROLONG SHELF-LIFE

วรินยา วิทยานุกุลักษณ์
YARNYA WITAYANUKULLUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารตีพิมพ์วารสารปริชญาของบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-054-242

การปรับปรุงกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มในธุรกิจขนาดย่อมเพื่อ
ยืดอายุการเก็บรักษา

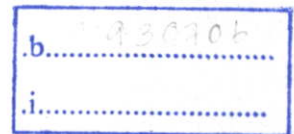
IMPROVEMENT OF READY-TO-DRINK GREEN TEA
PROCESS IN SMEs TO PROLONG SHELF-LIFE



วรินยา วิทยานุกุลลักษณ์
WARINYA WITTAYANUKULLUK

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

81340
11 ส.ย. 2551



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-054-242

**IMPROVEMENT OF READY-TO-DRINK GREEN TEA
PROCESS IN SMEs TO PROLONG SHELF-LIFE**

WARINYA WITTAYANUKULLUK

**A THESIS SUBMITTED IN PARTLY FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2008
KMITL-2008-AI-M-054-242**

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มใน
	ธุรกิจขนาดย่อมเพื่อยืดอายุในการเก็บรักษา
นักศึกษา	วรินยา วิทยานุกุลลักษณ์
รหัสประจำตัว	46067906
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สาขาวิชาการอาหาร
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์

บทคัดย่อ

การศึกษากการปรับปรุงกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มในธุรกิจขนาดย่อมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เริ่มโดยหาสาเหตุการเสื่อมเสียจากผลิตภัณฑ์สุดท้าย พบว่า เกิดการเสื่อมเสียเป็นลิ้มเมือกขึ้นในวันที่ 5 หลังการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สุดท้ายทั้งหมดเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างสปอร์ ตรวจไม่พบโคลิฟอร์ม ยีสต์และรานอกจากนี้ ยังตรวจพบว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต คือ ใบชา และ น้ำตาลทราย มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างสปอร์ด้วยเช่นเดียวกัน รวมทั้งเชื้อรา เมื่อสุมนำโคโลนิของแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั้งจากผลิตภัณฑ์สุดท้าย และ จากวัตถุดิบทั้งสองไปตรวจยืนยันชนิดสายพันธุ์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั้งหมด คือ *B. megaterium* แสดงว่ากระบวนการให้ความร้อนในขั้นตอนการผลิตซึ่งทำการปิดไฟก่อนที่จะใส่วัตถุดิบมีผลในกาทำลายเชื้อโคลิฟอร์ม ยีสต์และรา แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ของ *B. megaterium* ให้หมดไปจากผลิตภัณฑ์ได้ จึงทำการออกแบบกระบวนการผลิตวิธีใหม่โดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง ในระหว่างการผลิตหลังใส่วัตถุดิบเป็นเวลา 10 นาที เพื่อลดจำนวนของ *B. megaterium* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีที่ออกแบบใหม่นี้เทียบกับวิธีที่ผลิตดั้งเดิมด้วยการเติมสปอร์ของ *B. megaterium* ในระดับต่างกัน 3 ระดับ คือ 10^2 และ 10^3 cfu/ml เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่มีเชื้อตั้งต้นจากวัตถุดิบที่ผลิตโดยไม่เติมสปอร์ของเชื้อ ซึ่งผลของการผลิตแบบใหม่ช่วยลดปริมาณแบคทีเรียลงได้ในตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนของ *B. megaterium* ทุกระดับ และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตรูปแบบเดิมพบว่า ผู้บริโภคให้ความแตกต่างในเรื่องของสี แต่ในเรื่องของความชอบโดยรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p > 0.05$) ดังนั้นการผลิตแบบใหม่จึงมีแนวโน้มที่จะมาใช้ทดแทนการผลิตแบบเดิมเพื่อยืดอายุ
ผลิตภัณฑ์ได้

Thesis Title	Improvement of ready-to-drink green tea production in SMEs for shelf – life
Student	Miss. Warinya Wittayanukulluk
Student ID.	46067906
Degree	Master of Science
Program	Food Sanitary
Year	2008
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Adisorn Swetwiwathana

ABSTRACT

This study is to improve the production of ready-to-drink green tea in SMEs in order to prolong the products' shelf – life. Microbiological quality of ready-to-drink green tea was firstly observed as ropiness in 5th days after keeping the products at 4-8 °C. The results revealed that most bacteria found contaminated in the products were belonged to spore forming bacteria, while coliforms, yeasts and molds count were not detected in these finish products. Besides, most of bacteria which were found in the raw materials such as tea leaves and sugar were totally contaminated with spore forming bacteria and molds. Thus, it was implied that the heating process during this ready-to-drink green tea production was effective to eliminate the contaminated molds, but not the contaminated spore forming bacteria. These isolated spore forming bacteria from the finish products, including from tea leaves and sugar were later sent to identify and confirm the bacterial species at Department of Medical Sciences (DMSc), ministry of Public Health. The results informed that all selected strains, which sent to confirm the species at DMSc, were reported as *B. megaterium*. Hence, a new processing method by changing the heating period during production in order to reduce the *B. megaterium* from raw materials was created and compared to the old processing method. In addition, the trials were also compared the heat effect between these 2 methods on inoculated 3 serial numbers of the *B. megaterium* spores (control samples with *B. megaterium* spores from raw materials, 10² and 10³ cfu/ml of inoculated spores of *B. megaterium*).

The result revealed that the new processing method could reduce the spores' number better than the original method. Moreover, the organoleptic results of the products produced by the original and the new processing method implied that the panelists could define the difference only the colour of the ready-to-drink green tea produced between these 2 processing methods, while the acceptance of sweetness, odor and products' preference between both products were not significantly different ($p > 0.05$). Thus, in order to prolong the shelf-life of the ready-to-drink green tea, the new processing method can be used instead of the original method which is process in this SMEs.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องด้วยความกรุณาของ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา และขอขอบคุณรศ.ดร.ประภาพร ขอไพบุลย์ ดร.กิตติชัย บรรจง และดร.ดวงจันทร์ สุประเสริฐ เป็นอย่างมากที่เป็นคณะกรรมการให้ความกรุณาที่แนะนำเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาสาขาภิบาล ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในคณะทุกท่านและเพื่อนพี่น้องในคริสตจักรความหวังลาดกระบัง-หนองจอกที่ช่วยอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนข้าพเจ้าเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบพระคุณพระเจ้าพระเยซูคริสต์ที่เป็นแหล่งกำลังใจทั้งปวงของข้าพเจ้า

วรินยา วิทยานุกุลลักษณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	IIVI
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ชา.....	3
2.2 ชาเขียว.....	5
2.3 การเสื่อมเสียของคุณภาพอาหาร.....	15
2.4 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท.....	16
2.5 บาซิลลัส เม็กกะเทอเรียม (<i>B. megaterium</i>)	25
2.6 การถนอมอาหารโดยใช้เทคโนโลยีแบบผสมผสาน (Huddle Technology).....	27
2.7 อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)	29
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน.....	34
3.1 วัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์.....	34
3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง.....	35
3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง.....	35
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง.....	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	40
4.1 การศึกษาปริมาณแบคทีเรีย, ยีสต์, ราและโคลิฟอร์ม ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา.....	40
4.2 ผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชาเขียวพร้อมดื่ม.....	43
4.3 ศึกษาปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตชาเขียวเพื่อลดจำนวน <i>B.megaterium</i> ที่เป็นปัญหาของผลิตภัณฑ์.....	46
4.4 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกับการผลิตรูปแบบเดิม.....	49
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก..... ".....	58
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์.....	59
ภาคผนวก ข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข.....	63
ภาคผนวก ค. แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส.....	75
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	77
ภาคผนวก จ. การรายงานผลการตรวจแบคทีเรียจาก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.....	79
ประวัติผู้เขียน	81

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มูลค่าตลาดชาเขียวพร้อมดื่มในประเทศไทย.....	14
2.2 การเปรียบเทียบการทนความร้อนของจุลินทรีย์ต่าง ๆ.....	24
4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายของชาเขียวพร้อมดื่ม.....	41
4.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้.....	45
4.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสของชาเขียวพร้อมดื่มใน กระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่.....	49
4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเรื่องความชอบโดยรวมของ ชาเขียวพร้อมดื่มในกระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่.....	51

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กรรมวิธีการผลิตชาดำ ชาจีน และชาเขียว.....	4
2.2 โครงสร้างของสารโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในชาเขียว	6
2.3 แสดงระยะของการสร้างสปอร์ภายใน <i>B. megaterium</i>	28
2.4 แสดงนิยามกิจการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs).....	33
3.1 กระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มของโรงงานโอชาอิ.....	40
4.1 ก. รูปร่างชาเขียวพร้อมดื่มในวันที่ 0 หลังการผลิตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ข. รูปร่างชาเขียวพร้อมดื่มที่เกิดเมือกในวันที่ 5 หลังการผลิตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส.....	45
4.2 สปอร์ของแบคทีเรียที่พบจากผลิตภัณฑ์สุดท้าย.....	46
4.3 ผลการเปรียบเทียบของกระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่ของชาเขียวพร้อมดื่มโดยมีเชื้อ <i>B. megaterium</i> ในระดับต่าง ๆ.....	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ชาเป็นเครื่องดื่มที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นเอเชีย หรือยุโรป โดยชาที่นิยมดื่มกันในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชาจีน ชาฝรั่ง และชาเขียว ซึ่งชาแต่ละชนิดจะต่างกันที่กรรมวิธีในกระบวนการผลิต แต่ชาที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากที่สุดคือ ชาเขียว (Green Tea) คือชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก ทำให้ไม่เสียองค์ประกอบที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพไป ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้บริโภคในปัจจุบันที่หันมาให้ความสนใจเครื่องดื่มสุขภาพกัน ต่างหันมาบริโภคชาเขียวกันมากขึ้น และชาเขียวก็ได้รับความนิยมมาอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากอุตสาหกรรมชาเขียวพร้อมดื่มในประเทศไทย มีอัตราเจริญเติบโตอย่างสูง โดยการสำรวจของบ.เอซีเนลสัน (ประเทศไทย) พบว่าตลาดชาเขียวพร้อมดื่ม ในปี พ.ศ 2547 มีมูลค่าตลาดรวมทั้งสิ้น 3,632 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ 2544 ที่มีมูลค่าตลาดเพียง 25 ล้านบาท (เสรี, 2548) ซึ่งเนื่องจากเป็นตลาดที่มีศักยภาพในการเติบโตสูง ดังนั้นจึงทำให้มีการเข้ามาของผู้ประกอบการรายใหม่อยู่เป็นจำนวนมาก (เสรี, 2548) จึงเกิดการแข่งขันทั้งในระดับอุตสาหกรรมและในระดับธุรกิจขนาดย่อม โดยตลาดของความนิยมบริโภคชาเขียวพร้อมดื่มในระดับธุรกิจขนาดย่อมนั้นมีจำนวน 4.3 % (ชนิษฐา, 2548)

ปัญหาที่สำคัญของชาเขียวพร้อมดื่มในระดับธุรกิจขนาดย่อมคือผู้ผลิตมีความรู้ทางด้านสุขภาพและการผลิตไม่ดีพอทำให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิต และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างรอจำหน่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาสั้นประมาณ 4-5 วัน ในตู้เย็นเกิดลิ้มเมือกอันเนื่องจากแบคทีเรียที่เจริญขึ้นในผลิตภัณฑ์เป็นสาเหตุสำคัญ ดังนั้นการหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อช่วยชะลอการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ เช่น การควบคุมสุขาภิบาลในการผลิต การพัฒนารูปแบบการให้ความร้อนในระหว่างการผลิตเพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จึงเป็นแนวทางที่จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นได้ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการศึกษาเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มในธุรกิจขนาดย่อมทั้งนี้เพื่อพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพและกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่ม รวมถึงอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถแข่งขันในตลาดได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ตรวจสอบจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้ในชาเขียวและในผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่มที่ทำการผลิตตามกรรมวิธีของร้านค้าหนึ่งในระดับธุรกิจขนาดย่อม
2. ประเมินความสัมพันธ์ของสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่พบในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สุดท้ายว่าเป็นสายพันธุ์เดียวกันหรือไม่
3. คัดเลือกจุลินทรีย์ที่เป็นปัญหาการศึกษาการลดจำนวน โดยการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตชาเขียวให้เหมาะสม
4. ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคของชาเขียวที่ปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตเทียบกับการผลิตรูปแบบเดิม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การทดลองครั้งนี้จะทำการศึกษาหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและยีสต์รา ที่เกิดในชาเขียวพร้อมดื่ม โดยศึกษาจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มตามกรรมวิธีของร้านค้าหนึ่งในระดับธุรกิจขนาดย่อม และผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่มในภาชนะปิดสนิท และทำการลดปริมาณ จุลินทรีย์ที่เป็นปัญหา โดยเปลี่ยนแปลงกรรมวิธีการผลิต จากนั้นทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงกรรมวิธีการผลิตเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามกรรมวิธีดั้งเดิม โดยแบบทดสอบที่จัดเตรียมขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชา

2.1.1 ประเภทของชา

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 196 (2543) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชา หมายความว่า ใบ ยอด และก้าน ที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล *Camellia* ที่ทำให้แห้งแล้ว

โดยชาแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ ชาดำ ชาอู่หลง (Oolong) และชาเขียว (นิตยสาร การตลาดโพธิ์, 2547) ข้อแตกต่างคือขั้นตอนการผลิต

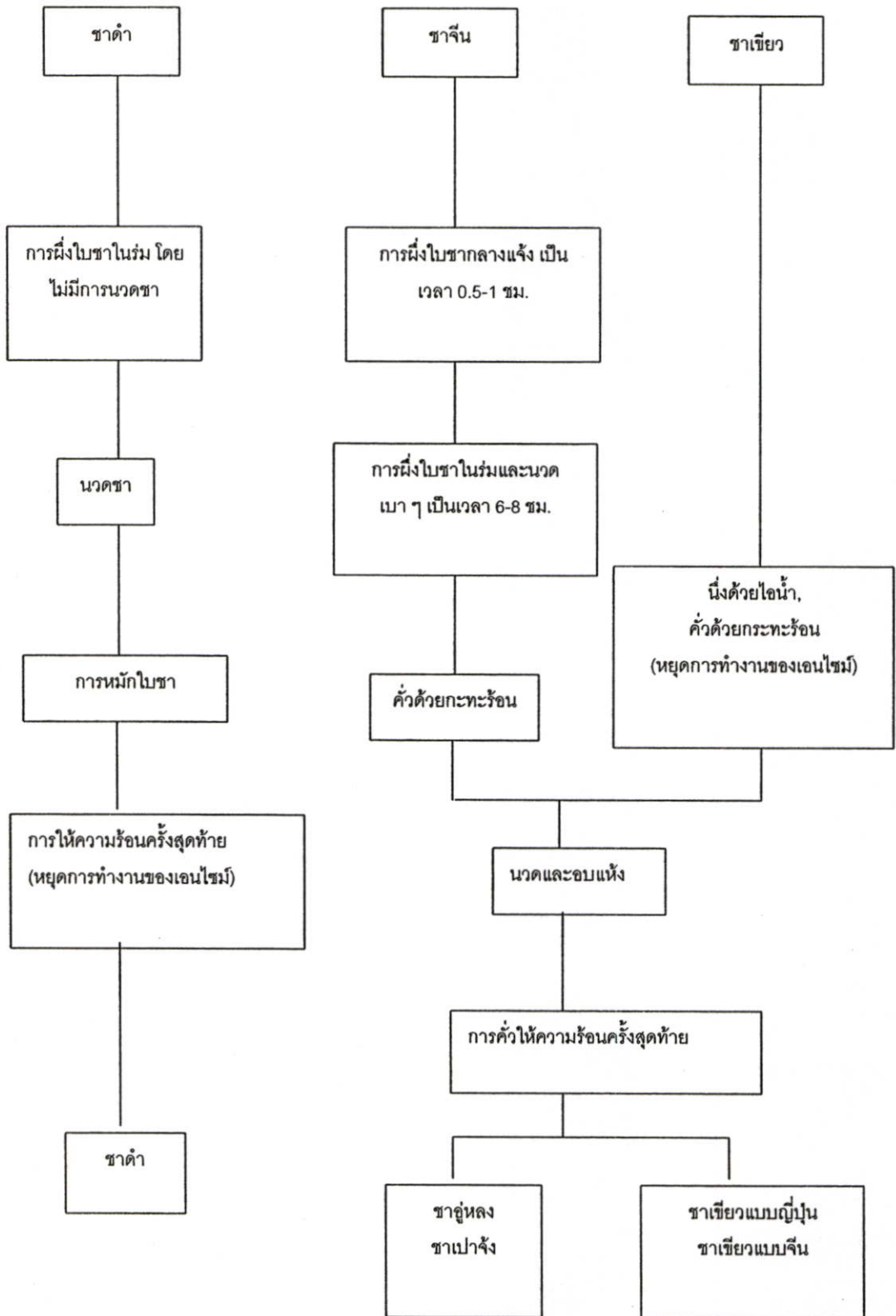
1. ชาดำ (black tea) เป็นชาที่ผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ (completely fermented) ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวและผึ่งลม โดยได้จากการนำใบชาสดไปตากแดดจนเหี่ยว แล้วบดด้วยลูกกลิ้ง ดำเนินการหมักจนใบชาเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลหรือดำ พอได้สีตาม ต้องการ ใบชาจะถูกอบเพื่อหยุดขบวนการหมัก แล้วนำไปทำให้แห้ง ที่รู้จักกันคือ "ชาฝรั่ง" มักผลิต จากชาอะไรก็ได้ แต่ที่นิยมคือพันธุ์อัสสัม (Assam tea) จากอินเดีย ศรีลังกา หรือ เคนยา (ชนิ พรรณ และจินตนา, 2542) โดยมักนิยมดื่มกันในประเทศตะวันตก

2. ชาจีน (chinese tea) เป็นชาที่มาจากสายพันธุ์ชาจีน ซึ่งมี 2 ชนิดคือ ชาอู่หลง (oolong tea) และชาเป่าจิ้ง (Pouchong tea) เป็นชาที่ผ่านการหมักเพียงบางส่วน (partially fermented) หรือเป็นแบบกึ่งหมัก (semifermented) โดยนิยมดื่มกันในประเทศจีน

3. ชาเขียว (green tea) เป็นชาที่มีการผลิตแบบไม่ได้ผ่านการหมักหลัง การเก็บเกี่ยว (unfermented) เป็นชาที่เก็บแล้วอบไอน้ำทันที เพื่อไม่ให้ใบชาเกิดกระบวนการออก ซิเดชั่น แล้วนำมาบดด้วยลูกกลิ้ง แล้วอบแห้ง ทำให้ใบชายังมีสีเขียวสดอยู่ โดยกระบวนการนี้ทำ ให้มีกลิ่นและคุณสมบัติเฉพาะตัว รวมถึงสรรพคุณที่มีต่อสุขภาพ (ดาเรศ, 2547; ยุทธศักดิ์, 2546) โดยนิยมดื่มกันในประเทศญี่ปุ่น

2.1.2 กรรมวิธีการผลิตชา

กรรมวิธีการผลิตชาจะกล่าวถึง 3 ประเภทคือ ชาดำ ชาจีน และชาเขียว ซึ่งชา จีนมี 2 ชนิดคือ ชาอู่หลง และชาเป่าจิ้ง ส่วนชาเขียวก็มี 2 ชนิดเช่นกันคือ ชาเขียวแบบญี่ปุ่น และ ชาเขียวแบบจีน ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กรรมวิธีการผลิตชาดำ ชาจีน และชาเขียว

ที่มา : Takeo (1992)

2.2 ชาเขียว

2.2.1 ความรู้เกี่ยวกับชาเขียว

เป็นชาที่มีการผลิตแบบไม่ได้ผ่านการหมักหลังการเก็บเกี่ยว จะทำใบชาให้แห้งที่อุณหภูมิสูงอย่างรวดเร็ว ใบชาแห้ง คงสีเขียวและมีคุณภาพเช่นเดียวกับใบชาสด โดยชาเขียวแบ่งตามเทคนิคการผลิตได้เป็น 2 ประเภทคือ ชาเขียวแบบญี่ปุ่น (japanese green tea, sen-cha) และชาเขียวแบบจีน (chinese green tea) ชาเขียวทั้ง 2 ประเภทนี้มีความแตกต่างกันตรงเทคนิคในการหยุดกิจกรรมโดยชาเขียวแบบญี่ปุ่นจะหยุดกิจกรรมของเอนไซม์ด้วยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำ (steaming) เวลาสั้น ส่วนชาเขียวแบบจีนจะหยุดกิจกรรมของเอนไซม์ด้วยวิธีการคั่วด้วยกระทะร้อน เวลาสั้น (สัณห์, 2535) ดังภาพที่ 2.2 เมื่อชงชาเขียวในน้ำร้อนจะได้สีเขียว หรือ เหลืองอมเขียว ไม่มีกลิ่น มีรสฝาดกว่าชาจีน นิยมแต่งกลิ่นด้วยพืชหอม เช่น มะลิ บัวหลวง

โดยองค์ประกอบทางเคมีของใบชา มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตชา และมีผลต่อคุณภาพด้าน สี กลิ่น และรสชาติของน้ำชา ใบชาจะประกอบด้วยสารประกอบอนินทรีย์ (inorganic compound) และสารประกอบอินทรีย์ (organic compound)

1. สารประกอบอนินทรีย์ในชาเขียว

สารอนินทรีย์ที่พบในปริมาณสูงสุดคือ โปตัสเซียม รองลงมาได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม ส่วนธาตุอื่น ๆ ได้แก่ แมงกานีส ซัลเฟอร์ อลูมิเนียม โซเดียม ซิลิคอน สังกะสี และทองแดง ซึ่งพบในปริมาณที่ต่ำมาก

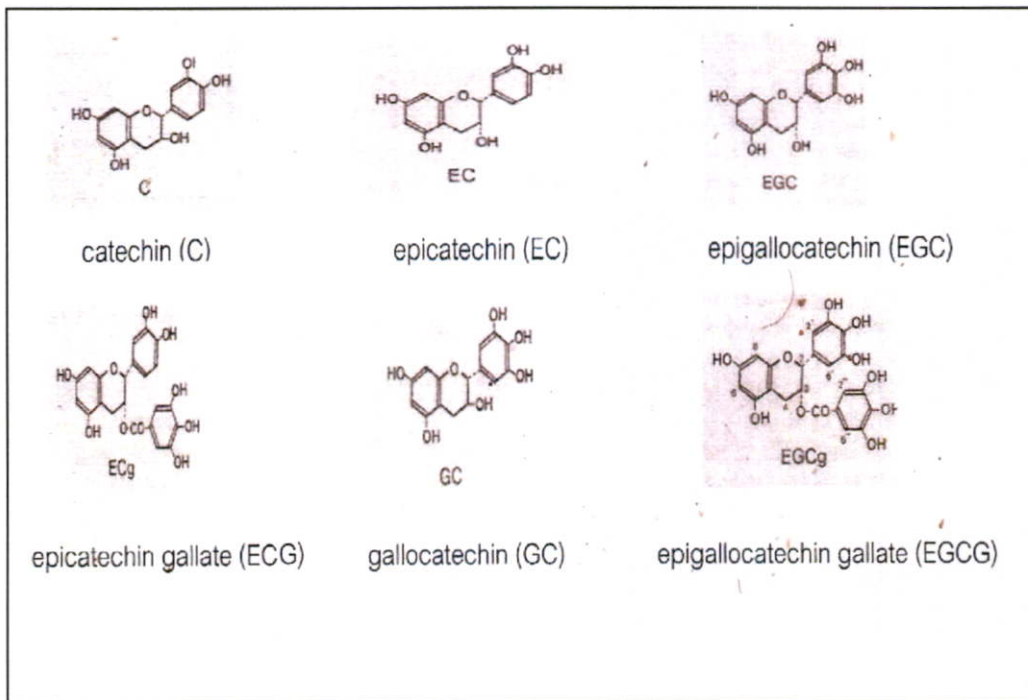
2. สารประกอบอินทรีย์ในชาเขียว

สารอินทรีย์ที่พบในปริมาณที่สูงและเป็นคุณภาพของชาเขียวได้แก่โพลีฟีนอล (polyphenol) คาเฟอีน (caffeine) กรดอะมิโน (amino acid) และสารให้กลิ่น (volatile compounds) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1.1 โพลีฟีนอล

ในชาเขียวจะมีสารเคมีประเภทโพลีฟีนอล (polyphenol) สารโพลีฟีนอลในใบชาสดจะอยู่ในรูป cell sap ของเซลล์ใบชั้น palisade ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดรสฝาด (astringent taste) และสีของน้ำชา สารที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ แทนนิน ซึ่งแทนนินในใบชาสามารถจำแนกได้ 4 กลุ่ม (สัณห์, 2544) คือ 1. Catechins 2. flavones glycosides 3. flavones (leucoanthocyanins) 4. phenolic acid และ depsides โดยแทนนินทั้ง 4 กลุ่มนี้มีทั้งชนิดแตกตัวด้วยน้ำ (hydrolysable tannins) เมื่อถูกความร้อน หรือกรดเจือจาง และชนิดที่ไม่แตกตัวด้วยน้ำ (condensed tannins) แทนนินที่พบในใบชาส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 80) อยู่ในรูปสารทาเค

ชิน ซึ่งแยกได้ 6 รูป (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของสารโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในชาเขียว

ที่มา : Senji *et al.* (1989)

ชาเขียวจะมีสาร epicatechin (EC), epicatechin gallate (ECG), epigallocatechin (EGC) และ epigallocatechin gallate (EGCG) สาร catechin ในชาเขียวที่พบปริมาณมากที่สุดคือ EGCG โดยพบปริมาณสูงสุดร้อยละ 9-13 ของน้ำหนักแห้ง สารคาเทชินทั้ง 4 ชนิดในชาเขียวนี้นี้ จะพบในปริมาณมากเช่นเดียวกับใบชาสด เพราะชาเขียวไม่ได้ผ่านกระบวนการออกซิเดชัน

2.2 คาเฟอีน

เป็นแอลคาลอยด์กลุ่มไนโตรเจน (nitrogen) ที่ไม่มีสี รสขม ชาเขียวมีคาเฟอีนเฉลี่ยร้อยละ 3 ของน้ำหนักแห้ง เป็นสารประกอบในการกระตุ้นประสาท และทำให้รสชาติของชาดีขึ้น นอกจากคาเฟอีนแล้ว ในชายังพบแอลคาลอยด์ชนิดอื่นอีกคือ theobromine และ theophyllin (กฤษณา, 2543)

2.3 กรดอะมิโน

ในชาเขียวมีกรดอะมิโนมากกว่า 20 ชนิด ที่มีมากที่สุดคือ theanine (5-N-ethyl-glutamine) ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 60-70 ของกรดอะมิโนที่พบในชาเขียว (Takeo, 1992)

2.4 สารให้กลิ่น

ชาเขียวจะคงกลิ่นใบชาสดได้ดีมาก โดยชาเขียวจะมีสารเคมีที่ให้กลิ่นน้อยกว่าชาจีนและชาดำ เนื่องจากไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก จากการทดสอบสารให้กลิ่นด้วยเครื่อง gas chromatographic (GC) จากชาเขียวทั้งแบบจีนและญี่ปุ่นพบว่า มีสารเคมีที่ให้กลิ่นประมาณ 100 ชนิด (Takeo, 1992)

มณฑนา (2546) ได้กล่าวถึงการเก็บรักษาใบชาที่ดีว่า การที่ต้องเก็บรักษาใบชาเป็นอย่างไรเพื่อจะได้คงไว้ซึ่งกลิ่น สี และรสชาติ ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุต้องแห้งและปราศจากกลิ่น อากาศเข้าไปไม่ได้ สิ่งที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพในใบชาคือ ความชื้น อุณหภูมิ และกลิ่นวิธีเก็บใบชาที่ถูกต้องมีดังนี้

1. ใช้ภาชนะดินเผา หรือภาชนะโลหะขนาดพอเหมาะที่มีฝา 2 ชั้นกันไม่ให้อากาศเข้า
2. ไม่ควรให้ใบชาถูกอากาศโดยไม่จำเป็น เพราะในอากาศจะมีผลกระทบต่อสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในใบชา
3. หลีกเลี่ยงความชื้น เพราะความชื้นจะเป็นตัวทำลายคุณภาพของใบชา ในปริมาณที่มากควรแบ่งใบชาใส่ในภาชนะที่เล็กพอเหมาะกับการใช้ในแต่ละสัปดาห์
4. เนื่องจากความชื้นในอากาศมีผลต่อใบชา ดังนั้นใบชาควรบรรจุอยู่ในถุงพอยด์มัดให้แน่นก่อนจะเก็บไว้ในกระป๋อง
5. หลีกเลี่ยงการนำใบชาออกตากแดด เพราะในแสงแดดจะเป็นตัวทำลายคุณภาพของใบชา
6. ไม่ควรนำภาชนะที่มีกลิ่นมาบรรจุใบชา หรือเก็บใบชาไว้ใกล้กับอาหาร หรือสิ่งของที่มีกลิ่น เพราะใบชามีคุณสมบัติที่ดีในการดูดกลิ่น
7. เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงความชื้นและรักษาอุณหภูมิของใบชาให้คงที่ ควรเก็บใบชาไว้ในที่ ๆ อากาศถ่ายเทสะดวก
8. ถ้าเป็นชาที่ดีมีคุณภาพและราคาไม่แพง ไม่ควรที่จะใช้มือหยิบ แต่ควรใช้ช้อนที่แห้งสนิทดี ปัจจุบันมีช้อนที่ทำขึ้นไว้สำหรับดักชาโดยเฉพาะ
9. ใบชาแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บต่างกัน ชาเขียวโดยเฉพาะที่เป็นใบชาใหม่ จะต้องเก็บไว้ในที่แห้งและอุณหภูมิต่ำ อาจเก็บใส่ในกระป๋องที่มิดชิด หรือที่ตู้เย็นก็ได้ ไม่ควรเก็บชาเขียวไว้นานเกิน 12 – 18 เดือน ส่วนชาอู่หลงหรือชาดำสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ

แต่ไม่ควรให้ถูกแสงแดด

2.2.2 ชาเขียวพร้อมดื่ม

ชาเขียวพร้อมดื่ม หมายถึง เครื่องดื่มประเภทชาเขียวที่มีการผลิตขึ้นโดยมีส่วนผสมอื่น ๆ นอกจากชาเขียว อาทิเช่น น้ำตาล น้ำผึ้ง น้ำมะนาว อีกทั้งยังมีบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ มีลักษณะสำเร็จรูป สามารถดื่มได้ทันที เช่นรูปแบบขวดพลาสติกแบบแก้วพลาสติก เป็นต้น

ซึ่งตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่อง ชา ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชาปรุงสำเร็จ หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชามาปรุงแต่งรสในลักษณะพร้อมบริโภคและบรรจุใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท โดยต้องมีคุณภาพ หรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของชา
2. ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ
3. น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพ หรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
4. ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อชาปรุงสำเร็จ 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)
5. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*)
6. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
7. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ หรือสารเป็นพิษอื่น ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
8. ไม่มียีสต์และเชื้อรา
9. ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - 9.1 สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
 - 9.2 ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
 - 9.3 ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
 - 9.4 สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
 - 9.5 เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
 - 9.6 ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
 - 9.7 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม
10. ใช้น้ำที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล หรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยใช้น้ำที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว

เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีความมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

11. ให้ใช้วัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

11.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อชาปปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

11.2 กรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อชาปปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน 11.1 หรือ 11.2 ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิดต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างกันไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

12. ในกรณีชาปปรุงสำเร็จมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขาใบ (มอก.460-2546) ได้ให้ข้อกำหนดไว้ดังนี้ว่า ชาเขียวพร้อมดื่มจัดเป็นอาหารกำหนดคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่องชา และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 277) พ.ศ. 2546 เรื่องชา (ฉบับที่ 2) ที่กำหนดให้ชาเขียวพร้อมดื่มต้องแสดงข้อความ "มีคาเฟอีน.....มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (ความที่เว้นไว้ให้แสดงปริมาณคาเฟอีน) ด้วยตัวอักษรสีเข้ม เส้นทึบ ความสูงไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร อ่านได้ชัดเจน ในกรอบพื้นสีขาว บริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า" ซึ่งมีมาตรการที่ใช้ควบคุมกำกับดูแลอยู่ 4 ประการคือ

1. การควบคุมผลิตภัณฑ์ก่อนออกสู่ตลาด ผู้ผลิต/นำเข้าชาเขียวพร้อมดื่ม ต้องยื่นคำขออนุญาตผลิตหรือนำเข้า โดยสถานที่ผลิตจะต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ GMP ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่องวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร รวมทั้งยื่นคำขออนุญาตใช้ฉลากอาหาร สำหรับผลิตภัณฑ์ชาเขียวที่ผลิตหรือนำเข้าเพื่อขอรับเลขสารบบอาหาร ขณะนี้มีผู้ประกอบการผลิต/นำเข้าชาเขียวทั่วประเทศรวม 62 และ 63 รายตามลำดับ

2. การโฆษณาผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่ม ผู้ผลิต/ผู้นำเข้า หากต้องการโฆษณาอาหาร จะต้องยื่นคำขออนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาก่อนโดยห้ามมิให้มีการโฆษณาคุณประโยชน์ คุณภาพ หรือสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ อันเป็นเท็จหรือเป็นการหลอกลวงให้

เกิดการหลงเชื่อโดยไม่สมควร หากฝ่าฝืนจะต้องรับโทษตามกฎหมาย

3. การควบคุมผลิตภัณฑ์หลังออกสู่ตลาด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจะตรวจสอบ ติดตาม ฝ่าระวางสถานที่ผลิต สถานที่นำเข้า ผลิตภัณฑ์ และสถานที่จำหน่าย ว่าเป็นไปตามที่ได้รับอนุญาตไว้เพียงใด สำหรับผลิตภัณฑ์จะถูกสุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์ทางด้านมาตรฐาน และการแสดงฉลากว่าถูกต้องตามกฎหมายหรือไม่ หากฝ่าฝืนก็มีโทษตามแต่กรณีของความผิดนั้น

4. ด้านการให้ความรู้ ความเข้าใจทางด้านวิชาการ การปฏิบัติตามกฎหมายแก่ผู้บริโภคและผู้ประกอบการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จะมีหน่วยที่รับเรื่องร้องเรียน และให้ความรู้ทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภคและผู้ประกอบการ เพื่อให้มีความเข้าใจในการเลือกซื้อ และการปฏิบัติตามกฎหมายกำหนดไว้อย่างถูกต้อง หากมีข้อสงสัยก็สามารถให้สายด่วนผู้บริโภค หมายเลขโทรศัพท์ 1556 ทางช่องทางอื่น ๆ เพื่อร้องเรียนปัญหา หรือสอบถามปัญหาต่าง ๆ ทุกด้านในส่วนที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยารับผิดชอบได้ตลอดเวลา

นอกจากนี้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท ต้องปฏิบัติตามกฎหมายอาหารเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทร่วมด้วย ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 62) พ.ศ. 2524 แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ซึ่งได้ครอบคลุมเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิททุกประเภทเข้าไว้ด้วยกันดังแสดงในภาคผนวก ข. โดยกำหนดให้มีคุณภาพและมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งเนื้อหารายละเอียดด้านคุณภาพของกระทรวงสาธารณสุข และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในเรื่องดังกล่าว ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน แต่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดเกณฑ์ การชักตัวอย่าง การตรวจสอบ และการวิเคราะห์ไว้เป็นมาตรฐานอย่างชัดเจน

2.2.3 ประโยชน์ของชาเขียว

วรา (2549) กล่าวว่า มีรายงานวิจัยจากแหล่งที่น่าเชื่อถือเช่น Japanese Society of Food Science and Technology, Tufts University, Harvard University และ The National Cancer Institute ยืนยันว่าชาเขียวเป็นเครื่องดื่มที่มีราคาไม่แพง แต่มีประโยชน์มากต่อร่างกาย โดยสารสำคัญของชาเขียวป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดคอเลสเตอรอล และความดันโลหิต มีสรรพคุณเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยป้องกันการแข็งตัวของหลอดเลือด ลดความเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง และกระตุ้นการสร้างตัวของเม็ดเลือดขาว เพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานแก่ร่างกาย เป็นต้น

กฤษณา (2543) กล่าวว่า สารโพลีฟีนอลในชาเขียวเป็นสารต้านออกซิเดชั่น ซึ่งป้องกันการทำลายเซลล์ อันอาจเป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด เมื่อ พ.ศ 2532 International

Agency for Research on Cancer Working Group ได้ศึกษาพบว่ายังขาดหลักฐานพอเพียงที่จะเชื่อมโยงการดื่มชาเขียวกับการป้องกันมะเร็งในคนและสัตว์ การศึกษาทางด้านวิทยาการระบาดยังยากที่จะสรุปเกี่ยวกับมะเร็งในคน แต่งานวิจัยหลายชิ้นต่อมาในช่วงทศวรรษนี้แสดงว่ามีโพลีฟีนอลในชาเขียว โดยเฉพาะ EGCG ป้องกันการเกิดและยับยั้งการเติบโตของมะเร็งทางเดินอาหาร ป้องกันการเกิดมะเร็งในปอด และยับยั้งการพัฒนาของมะเร็งในระยะเริ่มต้น และในระยะลุกลาม ยับยั้งการสังเคราะห์ DNA ใน tumor cells และยับยั้งมะเร็งผิวหนังในระยะต่าง ๆ ผลของชาเขียวต่อความเสี่ยงของโรคหัวใจและโรคเกี่ยวกับหลอดเลือด มีความเป็นไปได้ว่าโพลีฟีนอลในชาเขียวป้องกัน เพอร์ออกซิเดชันที่เกิดขึ้นกับไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (LDL) ซึ่งอาจเป็นปัจจัยของการอุดตันในหลอดเลือด

การศึกษาระบาดวิทยาที่เมืองชิสุโอกะ ประเทศญี่ปุ่นพบว่า คนที่ดื่มชาเขียวเป็นประจำจะลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร ปอด และตับ เพราะสารโพลีฟีนอลเป็นแอนติออกซิเดนท์ และเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต่อต้านการเกิดมะเร็งและต่อต้านการติดเชื้อในร่างกาย และต่อต้านการเกิดการอักเสบเนื่องจากการติดเชื้อ และแบคทีเรียได้ นอกจากนี้ชาเขียวยังมีวิตามินซี B1, B2, niacin, folic acid, แคลเซียม, แมงกานีส และโพแทสเซียม ชาเขียวยังเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่สามารถป้องกันโรคหัวใจ โรคไขมันสูงในเลือด โรคมะเร็งหลายชนิด (ไมตรี, 2543)

คันสนะ (2544) กล่าวว่างานวิจัยล่าสุดพบว่าในชามีสารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งผู้ดื่มในปริมาณปานกลางเป็นประจำจะทำให้ร่างกายมีขีดความสามารถในการต่อต้านโรคต่าง ๆ โดยชาดำมีผลในการป้องกันโรคหัวใจ โรคนี้ รวมทั้งโรคลมในปัจจุบันได้ด้วย และชาเขียวยังมีสรรพคุณในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียต่าง ๆ อาทิ โรคอหิวาต์ โรคปอดบวม แบคทีเรียในช่องปาก จำกัดการทำงานของเชื้อไวรัส โรคไข้หวัดใหญ่ มีผลในการกำจัดไขมันสะสมซึ่งเป็นส่วนเกินของร่างกาย ส่งเสริมระบบการทำงานของภูมิคุ้มกัน ด้วยการป้องกันไม่ให้ระบบได้รับความเสียหายจากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอนุมูลอิสระ ป้องกันไม่ให้เซลล์ที่มีสุขภาพดีแปรสภาพเป็นเซลล์มะเร็ง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอล ด้วยการทำให้เม็ดเลือดแดงมีความเข้มข้นน้อยลง ช่วยควบคุมความดันเลือด ช่วยลดปัจจัยเสี่ยงในโรคลมชักของสัตว์ในห้องปฏิบัติการ ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยในกรณีน้ำหนักตัวลดโดยการยับยั้งสภาวะการย่อยสลายของแป้งประเภทน้ำตาล รวมทั้งชะลอความแก่ได้

สมพล (2543) กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชาเขียวว่าในชาเขียวมีสารคาเทชิน มีคุณสมบัติสามารถยับยั้งการขยายตัวของเซลล์มะเร็งและสามารถป้องกันการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ได้ ใน

ขั้นตอนการแปรรูปชาเขียวมีกระบวนการแปรรูปที่ไม่ทำให้คลอโรฟิลล์และแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบสลายตัว ซึ่งคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่นี้ จะปล่อยธาตุที่มีประโยชน์ต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมในร่างกาย นอกจากนี้ชาเขียวยังมีปริมาณวิตามินซีในปริมาณสูงซึ่งล้วนเป็นที่ต้องการของร่างกาย และชาเขียวยังมีคุณสมบัติช่วยลดกลิ่นปากด้วย

บรรจบ (2547) กล่าวว่าชาเขียวมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง โดย epigallocatechin-3-gallate (EGCG) ซึ่งเป็นสารสำคัญในชาเขียว จากการวิจัยศึกษาพบว่า สาร EGCG ช่วยลดภาวะเป็นพิษของสารก่อมะเร็งบางชนิด ช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับความเสียหายจากอนุมูลอิสระ ช่วยลดอัตราการลุกลามของเซลล์เนื้องอก ลดอัตราการก่อตัวของเซลล์มะเร็ง การลุกลามของมะเร็ง ช่วยลดอัตราการเป็นมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ ได้ดี โดยเฉพาะมะเร็งในกระเพาะอาหาร มะเร็งตับอ่อน มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งหลอดอาหาร มะเร็งตับ มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งผิวหนัง และมะเร็งปอด ซึ่งพบมากในผู้ที่ชอบรับประทานไขมันและผู้ที่ไม่ค่อยรับประทานอาหารที่มีกากสูง

พร้อมลักษณ์ (2542) ได้รายงานว่ สารที่สำคัญในชาเขียว คือ แทนนิน หรือ ฝาดชา นั้นเป็นสารที่มีรสฝาดที่ใช้บรรเทาอาการท้องเสียได้ ดังนั้นหากต้องการดื่มชาเขียวได้รสชาติที่ดีจึงไม่ควรทิ้งใบชาค้างในกานานเกินไป แต่ถ้าดื่มชาเขียวเพื่อจุดประสงค์ในการบรรเทาอาการท้องเสียก็ควรดื่มใบชานาน ๆ เพื่อให้มีปริมาณแทนนินออกมามาก และแทนนินยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหัวใจ และขยายผนังหลอดเลือด จึงทำให้ชาเขียวเหมาะสำหรับผู้ที่มีความดันโลหิตสูง และยังพบว่าสาร แคทชิน ซึ่งเป็นสารแทนนินชนิดหนึ่งในใบชาเขียว มีฤทธิ์เป็นสารต่อต้านมะเร็ง ช่วยป้องกันมะเร็งในกระเพาะอาหาร โดยป้องกันการสร้างสารก่อมะเร็ง ดังนั้นถ้านิยมบริโภคอาหารจำพวกเนื้อสัตว์มากก็ควรดื่มน้ำชาไปพร้อม ๆ กันด้วย ก็จะช่วยลดการสร้างสารก่อมะเร็งได้ สารชนิดนี้จะช่วยลดระดับ คอเลสเตอรอลในเลือดได้ นอกจากนี้ในใบชาเขียวยังมีปริมาณแร่ธาตุฟลูออไรด์สูง ซึ่งแร่ธาตุชนิดนี้เป็นส่วนในการช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง นักวิจัยจากศูนย์ทันตกรรมฟอริซีในบอสตันยังแนะนำว่า การดื่มชาเขียวในตอนเช้าช่วยป้องกันฟันผุได้ โดยถ้าคุณแช่ใบชาไว้นาน 3 นาทีก่อนดื่มชาจะสามารถช่วยยับยั้งเชื้อแบคทีเรียซึ่งทำให้เกิดฟันผุได้ถึงร้อยละ 95

2.2.4 ตลาดของชาเขียว

ตลาดชาเขียวแบ่งออกเป็น 2 ตลาด (Angela, 2000)

1. เครื่องดื่มชาเขียว

ชาเป็นเครื่องดื่มที่คนทั่วโลกดื่มมากเป็นอันดับสองรองจากน้ำ ตลาด

เครื่องดื่มชาเขียวแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 เครื่องดื่มร้อน

ชาในปัจจุบันอาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชาดำ ชาจีน และชาเขียว ซึ่งชาแต่ละชนิดจะต่างกันในกรรมวิธีในกระบวนการผลิต แต่ชาที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากที่สุดคือชาเขียว (Green Tea) คือชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก ทำให้ไม่เสียองค์ประกอบที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพไปในระหว่างการหมักเหมือนชาดำ การผลิตชาเขียวสำหรับเครื่องดื่มร้อน มีทั้งลักษณะเป็นชาแห้ง ใบชาผงสำหรับชงดื่ม และใบชาผงบรรจุในถุงสำหรับชงดื่ม

การชงชาเขียว ให้คงไว้ซึ่งสารอันมีประโยชน์สูงสุดนั้น ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งถ้าชงผิดวิธีจะทำให้เสียทั้งคุณประโยชน์และรสชาติของชา ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดคือปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตข้างกล่อง แต่คำแนะนำโดยรวมคือ ไม่ควรใช้น้ำร้อนที่เดือดใหม่ ๆ ในการชง ควรพักน้ำที่เดือดใหม่ ๆ ไว้ สัก 3 นาที หลังจากนั้นจึงเทใส่ถ้วยที่มีใบชาหรือถุงอยู่ แช่ชาไว้ 3 – 5 นาทีเพื่อให้มีกลิ่นหอม แล้วจึงนำถุงชาออก รอให้ชาเย็นลงเล็กน้อย หลังจากนั้นดื่มชาที่อุ่น ๆ จะให้ผลแก่สุขภาพสูงสุด (Michele Piccozzi, 2544) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าวิตามินเอและวิตามินอีที่มีอยู่ในใบชาจะสูญเสียไปเกือบหมดถ้าใช้ระยะเวลาในการชงนานเกินไป ส่วนปริมาณของแคลเซียม เหล็ก และวิตามินซีจะสูญเสียไปประมาณครึ่งหนึ่ง

1.2 เครื่องดื่มเย็นหรือเครื่องดื่มสำเร็จรูป

ความนิยมเครื่องดื่มสำเร็จรูป (Ready to Drink Beverage) เริ่มมีมากขึ้นทั้งในรูปของชาเขียวและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของชาเขียว เน้นจำหน่ายในตลาดเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ มีทั้งในรูปแบบ กระป๋อง และ กล่องกระดาษ (Tetrapacks) ตลาดชาเขียวในลักษณะนี้มีแนวโน้มเติบโตในลักษณะก้าวกระโดด เนื่องจากผู้บริโภคเน้นความสะดวกสบายในการบริโภค

2. ผลผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภคที่ใช้ชาเขียวเป็นวัตถุดิบ (Value Added Product)

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์หลายประเภทที่ใช้ชาเขียวเป็นส่วนผสม เพื่ออาศัยสรรพคุณชาเขียวที่เป็นที่ยอมรับมาเป็นจุดขาย ในญี่ปุ่นมีการใช้ชาเขียวในการแต่งกลิ่นเค้ก ขนมหวาน และบิสกิตมานานแล้ว แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เพิ่งจะได้รับความนิยมในประเทศแถบตะวันตก หลังจากมีรายงานถึงคุณค่าของชาเขียว การใช้ชาเขียวในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เพราะมีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระ และลดอันตรายจากแสงแดด ลดการเกิดริ้วรอย ใช้เป็นสารยึดอายุการเก็บรักษาเครื่องสำอางบางประเภท เช่น ครีมกันแดด ครีมบำรุงผิว ครีมรองพื้น ยาสีฟัน ผลิตภัณฑ์แต่งผม เป็นต้น

2.2.5 สถานการณ์ชาเขียวพร้อมดื่มในปัจจุบัน

สถานการณ์ปัจจุบันโลกมีการผลิตชาประมาณ 2.6 พันล้านกิโลกรัม (วรา, 2549) แยกเป็นชาดำ 76% ของปริมาณการผลิตชาทั้งหมด ชาเขียว 23% และชาอู่หลงเพียง 4% เพราะการบริโภคชาดำมีมากกว่าชาเขียว โดยเฉพาะชาวตะวันตกในสมัยแรก ๆ เห็นว่าชาเขียวเป็นชาที่มีสีซีด ไม่ชวนบริโภค แต่ปัจจุบันความนิยมบริโภคชาเขียวมีมากขึ้น ทำให้มีแนวโน้มว่าปริมาณการผลิตชาเขียวจะมากขึ้น โดยชาเขียวเริ่มต้นเข้ามาในตลาดประเทศไทยอย่างจริงจังในปี พ.ศ. 2543 ในรูปแบบของชาเขียวพร้อมดื่ม แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเท่าไรนัก เพราะยังมีเครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ ในตลาด อีกมากมายที่คนไทยนิยมบริโภคมากกว่า จากปี พ.ศ. 2543 ที่ชาเขียวมีส่วนแบ่งในตลาดไม่ถึง 1 % ในตลาดชาพร้อมดื่ม ชาเขียวสามารถมีส่วนแบ่งในตลาดเป็นเกือบ 50% ในปี พ.ศ. 2545 และในปี พ.ศ. 2546 เป็นช่วงที่ธุรกิจชาเขียวเติบโตอย่างเต็มที่ การขยายตัวของตลาด เกิดขึ้นอย่างก้าวกระโดด จากมูลค่าทางการตลาดเพียง 400 ล้านบาท ในช่วง พ.ศ. 2545 แต่ในสิ้นปี พ.ศ. 2546 ตลาดของชาเขียวพร้อมดื่มมีมูลค่าตลาด 1,500 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2547 ชาเขียวพร้อมดื่มก็ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง มูลค่าตลาดเพิ่มเป็น 3,632 ล้านบาทและยังมีการคาดการณ์กันว่ามูลค่าตลาดจะเติบโตขึ้นเป็น 7,200 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2548 (สมบุญ, 2547) จากกระแสความนิยมในการบริโภคชาเขียวที่มีมากขึ้น ทำให้ชาเขียวพร้อมดื่มกลายเป็นสินค้าที่มีการขยายตัวของตลาดอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลกระทบต่อตลาดเครื่องดื่มชา น้ำผักและผลไม้ น้ำอัดลม รวมทั้งตลาดนมเปรี้ยว เพราะผู้บริโภคหันมาดื่มชาเขียวแทน ด้วยเรื่องเหตุผลของสุขภาพที่ชาเขียวให้มากกว่า เมื่อเทียบกับเครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ

ตารางที่ 2.1 มูลค่าตลาดชาเขียวพร้อมดื่มในประเทศไทย

ปี	มูลค่าตลาดชาเขียว (ล้านบาท)	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	มูลค่าตลาดชาดำ (ล้านบาท)	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
2544	25	-	480	-
2545	376	1,504.0	605	26.42
2546	1,500	398.9	555	-8.26
2547	3,632	242.3	549	-1.08

ที่มา : บริษัท เอซีเนीलัน (ประเทศไทย) จำกัด

ชนิษฐา (2548) กล่าวว่าพฤติกรรมกรรมการบริโภคชาเขียวพร้อมดื่ม โดยจากรายงานพบว่าเหตุผลในการเลือกดื่มชาเขียวพร้อมดื่ม เนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เป็นสาเหตุนี้มากที่สุด

ส่วนนี้ห่อที่ผู้บริโภคเลือกมากที่สุดคือ ไออิชิ และในส่วนของของกลุ่มสินค้าโอท็อป (OTOP) มีร้อยละ 4.3 รสชาติที่เลือกดีมบ้อยที่สุดคือ รสน้ำผึ้ง ผสมมะนาว

2.3 การเสื่อมเสียของคุณภาพอาหาร

การเสื่อมเสียของคุณภาพอาหาร หมายถึง การที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณลักษณะคุณภาพ ซึ่งรวมถึง สี กลิ่นรส รูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร คุณค่าทางอาหาร ตลอดจนความปลอดภัยในการบริโภค

สาเหตุของการเสื่อมเสีย

การเสื่อมเสียของอาหารเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุใหญ่ 3 ประการ คือ

1. การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากสาเหตุทางจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียนั้น ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ซึ่งจะพบทั่วไปในดิน น้ำ และอากาศ รวมทั้งในอาหาร เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตอาหาร ตามผิวหนังและเสื้อผ้าของผู้ผลิตอาหาร เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม คือ มีอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และอาหารของจุลินทรีย์เพียงพอก็จะทำให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเติบโต เป็นผลให้อาหารเหล่านั้นเสื่อมเสียได้ ถ้าจุลินทรีย์ที่พบเป็นพวกไม่ทำให้เกิดโรคกับมนุษย์ มักจะมีผลเพียงทำให้อาหารนั้นเสื่อมคุณภาพ

2. การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากสาเหตุทางเคมี

2.1 สาเหตุทางเคมีที่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้อง

อาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีส่วนใหญ่ นั้น มีสาเหตุมาจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติ ภายในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

อาหารทุกชนิดที่ผลิตจากพืชและเนื้อสัตว์มีเอนไซม์เป็นส่วนประกอบอยู่ เอนไซม์เป็นสารอินทรีย์ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีในอาหาร เอนไซม์จะทำให้อาหารเกิดการย่อยสลายตัวเอง เช่น ย่อยน้ำตาล โปรตีน และไขมัน เป็นต้น เอนไซม์ในผักและผลไม้ช่วยทำให้ผักและผลไม้สุกนิ่ม และสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัส สำหรับเอนไซม์ในเนื้อสัตว์ทำให้เนื้อสัตว์นิ่มเช่นกัน และถ้าปล่อยให้เอนไซม์ย่อยสลายไปเรื่อย ๆ อาหารจะเกิดการเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้น การเสื่อมคุณภาพของอาหาร เช่น การเหม็นหืน และการเกิดสีคล้ำของอาหาร เนื่องจากการเกิดสีน้ำตาลมีสาเหตุทางเคมีเช่นกัน ดังนั้นการเก็บอาหารให้ได้นาน ควรทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารนั้นเสียก่อน เช่น การใช้ความร้อนในการลวกหรือหุงต้ม ก็เพียงพอที่จะยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ ในบางกรณีสามารถใช้ความเย็นเพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์และป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการได้

2.2 สาเหตุทางเคมีที่ไม่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้อง

เมื่ออาหารได้รับความร้อนจะมีการสูญเสีย น้ำ มีการสลายตัวและมีการรวมตัวกันของโปรตีนกับน้ำตาล ทำให้อาหารเกิดสีน้ำตาล และกลิ่นรสเปลี่ยนไป ความเข้มข้นของน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด หรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง โดยการเกิดสารสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงสูงจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้อย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดสีน้ำตาลในผลไม้แช่อิ่มแห้ง ผลไม้กวน เป็นต้น ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าพีเอชของอาหาร ความชื้น และพวกโลหะทองแดง เหล็ก และสังกะสีที่ปนเปื้อนในอาหาร ตลอดจนระยะเวลาที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

3. การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากสาเหตุทางกายภาพ

การเสื่อมเสียนี้มักเกิดจากการขนส่ง ถ่ายเทวัตถุดิบไม่ถูกวิธี หรือโดยความประมาท ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์หรือปฏิกิริยาเคมีตามมา การป้องกันทำได้โดยระมัดระวังในการขนส่ง และควบคุมกระบวนการผลิตอย่างถูกต้อง

2.4 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท

2.4.1 หลักในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม

กระบวนการแปรรูปอาหารส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน ความร้อนเกิดการถ่ายเทได้ 3 แบบคือ การแผ่รังสี การนำความร้อน และการพาความร้อน การแผ่รังสีเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น การใช้เครื่องย่างไฟฟ้า การนำความร้อนเป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการถ่ายเทความร้อนโดยตรงจากพลังงานของโมเลกุลภายในของแข็ง เช่น การถ่ายเทผ่านภาชนะบรรจุโลหะ หรืออาหารแข็ง การพาความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยกลุ่มโมเลกุลซึ่งเกิดการเคลื่อนที่เนื่องจากมีความหนาแน่นต่างกันหรืออุณหภูมิต่างกัน เช่น อากาศได้รับความร้อน หรือมีการกวนของเหลวที่ถูกกวน โดยทั่วไปจะเกิดการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 แบบพร้อมกัน แต่การถ่ายเทความร้อนชนิดหนึ่ง อาจสำคัญกว่าอีก 2 ชนิด ตามแต่กรณี (วิไล, 2545)

1. การถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (conductive heat transfer)

การถ่ายเทความร้อนเป็นการถ่ายเทพลังงานระดับโมเลกุล ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกายภาพของวัตถุ (physical movement) โดยทั่วไปการนำความร้อนจะเกิดขึ้นในวัตถุที่เป็นของแข็งทึบ (รุ่งนภา, 2535) อัตราการถ่ายเทความร้อน โดยการนำความร้อนกำหนด โดยความแตกต่างของอุณหภูมิมิระหว่างอาหารและตัวกลางในการให้ความร้อน หรือทำให้เย็นลง และ

ความต้านทานโดยรวมของการถ่ายเทความร้อน

2. การถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convective heat transfer)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ ๆ เหลวจะทำให้ความหนาแน่นของของเหลวเปลี่ยนแปลงไป ด้วย มีผลทำให้เกิดการไหลเวียนหรือการพาแบบธรรมชาติ ส่วนการพาแบบบังคับ (forced convection) จะเกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่องกวนมีผลทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงขึ้น และกระจายอุณหภูมิได้รวดเร็วกว่าการพาแบบธรรมชาติ รวมถึงการที่ของเหลวถูกบีบผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในกระบวนการต่าง ๆ (วิไล, 2545 ; รุ่งนภา, 2535)

3. การแผ่รังสีความร้อน (radiative heat transfer)

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี จะเกิดขึ้นระหว่างสองพื้นผิวโดยการแผ่และดูดซับในเวลาต่อมาของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ตัวกลางในการแผ่ความร้อนเหมือนในแบบการนำหรือการพา ดังนั้นในการถ่ายเทความร้อนแบบนี้จึงเกิดขึ้นในสุญญากาศได้ (รุ่งนภา, 2535)

2.4.2 หลักการฆ่าจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์

การผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุ จะมีหลักการที่สำคัญคือ เครื่องดื่มต้องได้รับความร้อนเพียงพอ และนานพอที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และต้องบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท (hermetic container) ซึ่งจะมีหน้าที่ป้องกันการปนเปื้อนหลังผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแล้ว (สายวรุฬ, 2546) ดังนั้นในกระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มด้วยความร้อน จึงจำเป็นที่เครื่องดื่มต้องได้รับความร้อนอย่างน้อยในระดับฆ่าเชื้อทางการค้า (commercial sterility) ซึ่งในบางผลิตภัณฑ์ก็มีคุณภาพเพียงพอเป็นที่น่าพอใจ หรือในบางผลิตภัณฑ์อาจทำให้เสื่อมคุณภาพเสียไป เนื่องจากระดับความร้อนนั้นสูงเกินไป ฉะนั้นจึงต้องใช้ความร้อนที่เหมาะสม (นวรรตน์, 2541) ซึ่งการพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) เป็นกระบวนการใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่อาจเพิ่มขึ้นในเครื่องดื่ม มีผลทำให้เกิดความเสื่อมเสีย ต้องใช้เวลาและอุณหภูมิที่เพียงพอในการทำลายจุลินทรีย์ เช่น พกยีสต์ใช้อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 2-3 นาที ในการทำลาย ส่วนสปอร์ของเชื้อราใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที พกแบคทีเรียแลคติก จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ส่วนสปอร์ของแบคทีเรียไม่สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส (มณฑาทิพย์, 2538)

การพาสเจอร์ไรส์เข้ช้น อาจแบ่งเป็น 2 วิธี คือ แบบต่อเนื่อง (continuous) และแบบไม่ต่อเนื่อง (dis-continuous)

แบบต่อเนื่อง โดยวิธีทำให้ร้อนและเย็นลงอย่างรวดเร็ว (flash pasteurization and

cooling) วิธีนี้จะช่วยลดอัตราการสูญเสียกลิ่น รส และสี ของเครื่องดื่มได้ เนื่องจากระยะเวลาที่ให้ความร้อนจะสั้นมาก หลักสำคัญของวิธีการนี้ คือ ทำให้เครื่องดื่มเย็นลงอย่างรวดเร็วภายหลังการใช้ความร้อน จากนั้นก็บรรจุเครื่องดื่มลงในภาชนะบรรจุที่สะอาดทันที ความร้อนที่ใช้ประมาณ 82-90 องศาเซลเซียส นาน 2-3 นาที เครื่องสำคัญที่ใช้ คือ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) และระบบบรรจุแบบปลอดเชื้อ (aseptic filling system)

แบบไม่ต่อเนื่อง หลังจากเครื่องดื่มถูกบรรจุลงในภาชนะบรรจุแล้ว จะมีการปิดผนึกและฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อ (กุลวดี, 2530)

เนื่องจากอาหารเสื่อมเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่อยู่ในอาหาร จึงต้องการความร้อนในกระบวนการแปรรูปเพื่อช่วยให้อาหารมีความคงตัว และยืดอายุการเก็บรักษา ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการถนอมอาหารด้วยความร้อนให้ดีขึ้น เพื่อคงคุณค่าทางอาหาร เกิดความประหยัด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ศุภยศึกษาแนวพระราชดำริ, 2546)

นอกจากนี้ยังแบ่งกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบช้าอุณหภูมิต่ำ หรือ LTLT (Low Temperature Long Time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที เป็นวิธีที่ง่ายสามารถทำได้ในระดับครัวเรือน

2. ระบบเร็วอุณหภูมิสูง หรือ HTST (High Temperature Short Time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนในระดับที่สูงขึ้นแต่ใช้เวลาสั้นลงคือ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงโดยเร็ว มักทำเป็นระบบต่อเนื่องโดยให้อาหารเหลวเช่น นม น้ำผลไม้ไหลผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงระยะเวลาที่กำหนดตามชนิดของผลิตภัณฑ์

การพาสเจอร์ไรซ์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร คือ ทำลายแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ (pathogenic) และไม่สร้างสปอร์ หรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย แต่ทั้งนี้จะต้องเก็บอาหารไว้ในสภาพที่จุลินทรีย์จะเจริญได้น้อยที่สุด โดยร่วมกับวิธีการแช่เย็นหรือการเติมสารเคมี เป็นต้น อุณหภูมิและเวลาที่ใช้จะขึ้นกับความต้านทานของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์และเซลล์ (vegetative cell) ที่ต้องการทำลายและยังขึ้นกับคุณค่าทางอาหารที่เหลืออยู่หลังจากได้รับความร้อน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีที่สุด (รุ่งนภา, 2535) มักพิจารณาให้ความร้อนแบบนี้กับอาหารเมื่อ

- อาหารนั้นได้รับความร้อนสูงเกินไป จะเกิดการเสื่อมคุณภาพ เช่น ถ้าได้รับความร้อนสูงเกินไปโปรตีนจะจับตัวกันเป็นก้อน
- ต้องการทำลายเฉพาะเชื้อโรคเท่านั้น
- จุลินทรีย์กลุ่มที่ทำให้อาหารนั้นเสีย เป็นพวกที่ทนความร้อนได้ไม่สูงนัก เช่น ยีสต์ในน้ำผลไม้

- มีการถนอมอาหารวิธีอื่นมาร่วมด้วย เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ยังหลงเหลืออยู่ในอาหาร เช่น การเก็บน้ำนมไว้ในอุณหภูมิต่ำ

- ต้องการให้อาหารที่ทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการแล้ว ยังคงมีคุณสมบัติที่เหมาะสม ต่อการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ในการแปรรูปอาหาร เช่น การเติมจุลินทรีย์ลงไปในน้ำนมเพื่อให้เกิดการหมักเป็นเนยแข็ง

การถนอมอาหารอื่น ๆ ที่สามารถใช้ร่วมกับการพาสเจอร์ไรซ์ ได้แก่

- การแช่เย็น
- การรักษาอาหารให้ปลอดเชื้อ โดยการบรรจุไว้ในภาชนะปิด
- การรักษาสภาพแวดล้อมให้มีสภาวะไร้ออกซิเจนในภาชนะปิด
- การเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลาย เช่น นมข้นหวาน
- การเติมสารเคมีบางชนิด เช่น กรดอินทรีย์บางชนิด และสารกันเสีย (สุมาลี

, 2541 ; บุษลิน และ ทศนี, 2544; Man และ Jones, 1994; Kilcast และ Subramaniam, 2000)

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

1. ชนิดของอาหาร (type of foods)

ความเป็นกรด-ด่างของอาหาร จะมีความสำคัญต่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำลาย จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (obligate anaerobes) หรือที่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobes) เนื่องจากสปอร์บางชนิดที่ทนทานความร้อนได้สูงมากนั้น ไม่สามารถเจริญและก่อให้เกิดอันตรายในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง

การให้ความร้อนแก่อาหารเหล่านั้น จะเพิ่มขึ้นตามค่าความเป็นกรดต่าง และการเสียดของอาหารจะเป็นแบบใดก็ขึ้นกับระดับค่าความเป็นกรดต่างด้วย

2. องค์ประกอบและธรรมชาติของผลิตภัณฑ์อาหาร

ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (water activity, A_w) คือปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ อาหารกระป๋องส่วนใหญ่ จะมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูงกว่า 0.98 ดังนั้นจุลินทรีย์และสปอร์สามารถเจริญเติบโตได้ดี ทำให้ต้องการความร้อนในการฆ่าเชื้อมากขึ้น

ความข้นหนืด (viscosity / consistency) ชนิดและลักษณะชิ้นของอาหารจะมีผลต่ออัตราการส่งผ่านความร้อน การดูดคืนน้ำ (dehydration) ขององค์ประกอบในอาหาร สปอร์อาจเจริญได้ถ้าอาหารและองค์ประกอบดูดคืนน้ำได้ไม่เพียงพอในระหว่างการแปรรูป สปอร์เหล่านี้จะทนความร้อนได้นานกว่าในความร้อนแห้ง (สุมาลี, 2541และทิพาพร, 2546)

3. ชนิด จำนวน และความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์

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

4. ค่าความต้านทานความร้อน (heat resistance)

ความต้านทานความร้อนหมายถึง ปริมาณความร้อนสูงสุด คิดเป็นค่าเวลาและอุณหภูมิที่เชื้อจุลินทรีย์จะทนมีชีวิตอยู่ได้

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทนความร้อนของจุลินทรีย์

การที่เซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้มากน้อยแตกต่างกันนั้น บางอย่างขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ แต่บางอย่างเป็นลักษณะของจุลินทรีย์เอง ในประชากรจำนวนหนึ่งของเซลล์หรือสปอร์จะมีความสามารถทนความร้อนแตกต่างกัน

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทนความร้อนของเซลล์หรือ ซึ่งมีความสำคัญในการเปรียบเทียบความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และการใช้ความร้อนในการทำลายจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ได้แก่

1. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายเซลล์หรือสปอร์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้จะลดน้อยลง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น
2. จำนวนประชากรเริ่มต้นของสปอร์ (หรือเซลล์) ถ้ามีจำนวนมาก ยิ่งต้องใช้ความร้อนในการทำลายสูงขึ้น
3. ประวัติของเซลล์และสปอร์ การเจริญของเซลล์หรือสปอร์ ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันก่อนจะถูกนำมาทำลายนั้น มีผลต่อการทนความร้อน เช่น

อาหารเลี้ยงเชื้อ เซลล์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารอาหารครบถ้วนมาก่อน จะทนความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่เหมาะสม ถ้ามีสารที่ช่วยในการเจริญอยู่ในอาหารนั้นด้วยจะทนความร้อนยิ่งขึ้น จึงเป็นคำตอบหนึ่งในการอธิบายว่า เหตุใดจุลินทรีย์ที่เจริญในน้ำสกัดจากตับ หรือน้ำคั้นจากผัก จึงทนความร้อนได้ดีกว่าเดิม ถ้าอาหารมีกลูโคสเพียงเล็กน้อยจะช่วยให้เซลล์ทนความร้อนได้ดีขึ้น แต่ถ้ามีกลูโคสมากเกินไป จะทำให้เกิดกรดในอาหารมากจนทำให้เซลล์ทนความร้อนได้น้อยลง เกือบบางชนิดในอาหาร เช่น ฟอสเฟตและแมกนีเซียม จะไปทำให้สปอร์ทนความร้อนได้น้อยลง

อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มเชื้อ อุณหภูมิในขณะที่เซลล์เจริญหรือสร้างสปอร์จะมี

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

อายุ การทนความร้อนของเซลล์จะแตกต่างกันไปตามระยะของการเจริญ โดยแบคทีเรียจะทนความร้อนได้ดีที่สุดเมื่อเจริญเต็มที่ ในสปอร์ก็เช่นเดียวกัน สปอร์ที่ยังไม่เจริญเต็มที่ จะทนความร้อนได้น้อยกว่าสปอร์ที่เจริญเต็มที่แล้ว สปอร์บางชนิดจะทนความร้อนได้ดีในสัปดาห์แรก แต่หลังจากนั้นแล้วความทนทานจะน้อยลง

ความแห้ง สปอร์แห้งของแบคทีเรียบางชนิดทำลายได้ยากกว่าสปอร์เปียก

4. ส่วนประกอบของสับสเตรตที่เซลล์หรือสปอร์เจริญอยู่ ในขณะที่ให้ความร้อน ส่วนประกอบของสับสเตรตที่มีความสำคัญต่อระยะเวลาที่ให้ความร้อนในอุณหภูมิที่กำหนด ได้แก่

ความชื้น ความร้อนขึ้นจะให้ผลในการทำลายเซลล์ได้ดีกว่าความร้อนแห้ง วัสดุแห้งจะต้องใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อสูงกว่าวัสดุเปียก เช่น การฆ่าเชื้อในอาหารหรือเครื่องมือต่าง ๆ ในหม้อนึ่งความดัน (autoclave) จะใช้ความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ถึง 30 นาที เท่านั้น ในขณะที่ต้องใช้ความร้อนสูง 160 ถึง 180 องศาเซลเซียส ในการฆ่าเชื้อในเครื่องมือต่าง ๆ ในหม้อนึ่งความดัน (hot air oven) เป็นเวลา 3 ถึง 4 ชั่วโมง (ทิพาพร, 2546 ; สุมาลี, 2541) โดยธรรมชาติจุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการความชื้นแตกต่างกัน เชื้อแบคทีเรียต้องการความชื้นสูงกว่ายีสต์และรา (สมเพียร, 2542)

ค่าความเป็นกรดต่าง โดยทั่วไปเซลล์หรือสปอร์จะทนความร้อนได้ดีที่สุดเมื่ออยู่ในสับสเตรตที่เป็นกลางหรือเกือบเป็นกลาง ดังนั้นการเพิ่มความเป็นกรดต่างให้กับสับสเตรตจะทำให้ความทนทานของจุลินทรีย์ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มความเป็นกรดจะให้ผลมากกว่า (สุมาลี, 2541) ฉะนั้นการปฏิบัติในทางการค้าจึงมีการเติมสารในอาหารเพื่อทำให้อาหารนั้นมีสภาพเป็นกรด เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนสูงและเวลานาน อันจะมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของอาหารนั้น (สมเพียร, 2542)

การให้ความร้อนสูงอาจเป็นสาเหตุให้ค่าความเป็นกรดต่างในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำและปานกลางลดลง ยิ่งถ้าอาหารเดิมมีค่าความเป็นกรดต่างสูงเมื่อได้รับความร้อนจะยิ่งทำให้ ค่าความเป็นกรดต่างลดลงมากขึ้น

องค์ประกอบอื่น ๆ ของสับสเตรต เช่น เกลือในอาหารซึ่งมักจะเติมอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำจะช่วยป้องกันสปอร์จากความร้อนได้ น้ำตาลจะช่วยป้องกันความร้อนให้กับเซลล์และสปอร์บางชนิด ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมในการป้องกันจะ

แตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ เช่น ถ้าเป็นพวกออสโมฟิลิกแบคทีเรีย จะต้องใช้ความเข้มข้นสูง แต่ถ้าไม่ใช่ก็ต้องใช้ความร้อนต่ำ ซึ่งความสามารถในการป้องกันความร้อนจะสัมพันธ์กับค่าอวเตอร์แอกติวิตีที่ลดลงด้วย (สุมาลี, 2541 ; ทิพาพร, 2546)

2.4.5 การทนความร้อนของจุลินทรีย์และสปอร์

การทนความร้อนของจุลินทรีย์แสดงด้วยค่าการทำลายเชื้อด้วยความร้อน (thermal death time, TDT) ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาในการใช้ในการทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิที่กำหนดแต่ทั้งนี้จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะทนความร้อนแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

การทนความร้อนของยีสต์และสปอร์

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

การทนความร้อนของราและสปอร์

ราและสปอร์ส่วนใหญ่ จะถูกทำลายที่ความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ 5 ถึง 10 นาที แต่มีบางสปีชีส์ทนความร้อนได้ดี สปอร์สามารถทนความร้อนได้ดีกว่าไมซีเลียมเล็กน้อย จากการศึกษาพบว่า *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Mucor* บางสปีชีส์จะทนความร้อนได้ดีกว่าราชนิดอื่น

สปอร์ของราจะทนความร้อนแห้งได้ดี จากรายงานต่าง ๆ พบว่า ความร้อนแห้ง 120 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ยังไม่สามารถทำลายสปอร์ของราชนิดที่ทนความร้อนได้เลย

การทนความร้อนของแบคทีเรียและสปอร์

เซลล์ของแบคทีเรียจะทนความร้อนได้แตกต่างกันเช่น พวกเชื้อโรคจะถูกทำลายได้ง่าย แต่พวกเทอร์โมไฟล์อาจต้องใช้ความร้อนสูง 80 ถึง 90 องศาเซลเซียส นานหลายนาที เป็นต้น

การทนความร้อนของแบคทีเรียจะมีปัจจัยบางประการเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น

- แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทนความร้อนได้ดีกว่าพวกที่ไม่สร้างสปอร์
- แบคทีเรียสร้างสปอร์พวกเทอร์โมไฟล์ ทนความร้อนได้ดีกว่าแบคทีเรีย

สร้างสปอร์มีไซไฟล์

- เซลล์แบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม (cocci) สามารถต้านทานความร้อนได้สูงกว่าเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นท่อน (rod shaped)

- แบคทีเรียที่จับกันเป็นกลุ่มหรือที่สร้างแคปซูล (capsule) ถูกทำลายได้ยาก

กว่ากลุ่มที่ไม่มีการจับตัว หรือไม่สร้างแคปซูล

- เซลล์แบคทีเรียที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มาก จะทำลายได้ยากกว่าเซลล์ปกติ(วิลลาวัลย์, 2537และวรารุณี , 2538)

การทนความร้อนของสปอร์แบคทีเรีย จะแตกต่างกันไปตามชนิดของแบคทีเรีย และสภาพแวดล้อม ในขณะที่เกิดสปอร์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สปอร์อาจทนได้แตกต่างกันตั้งแต่ 1 นาที จนถึง 20 ชั่วโมง ในบางครั้งแบคทีเรียที่เจริญร่วมกับแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ดีจะทนความร้อนได้ดีกว่าเดิม เช่น การเจริญร่วมกันของ *Clostridium perfringens* กับ *Clostridium sporogenes* (สุมาลี, 2541)

การทนความร้อนของเอนไซม์

ตามปกติอุณหภูมิ 79.4 องศาเซลเซียส เพียงพอในการทำลายเอนไซม์ของอาหารหรือจุลินทรีย์ ดังนั้นในการกำหนดให้ใช้อุณหภูมิในการทำลายจุลินทรีย์ในอาหารจึงมักจะควบคุมการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวได้ ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุประสงค์หนึ่งของกระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนก็เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม บางครั้งความร้อนที่ใช้ก็ไม่สามารถทำลายเอนไซม์ทุกชนิด ดังนั้น เอนไซม์นั้นอาจส่งผลกระทบต่ออาหารได้ภายหลัง ดังเช่นกรณีที่มีเอนไซม์ไฮโดรเลส (hydrolases) เช่น โปรติเนสและไลเปส เป็นต้น เหลืออยู่ภายหลังจากที่อาหารผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูง (ultrahigh temperature) ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน (วรารุณี, 2538)

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบการทนความร้อนของจุลินทรีย์ต่าง ๆ

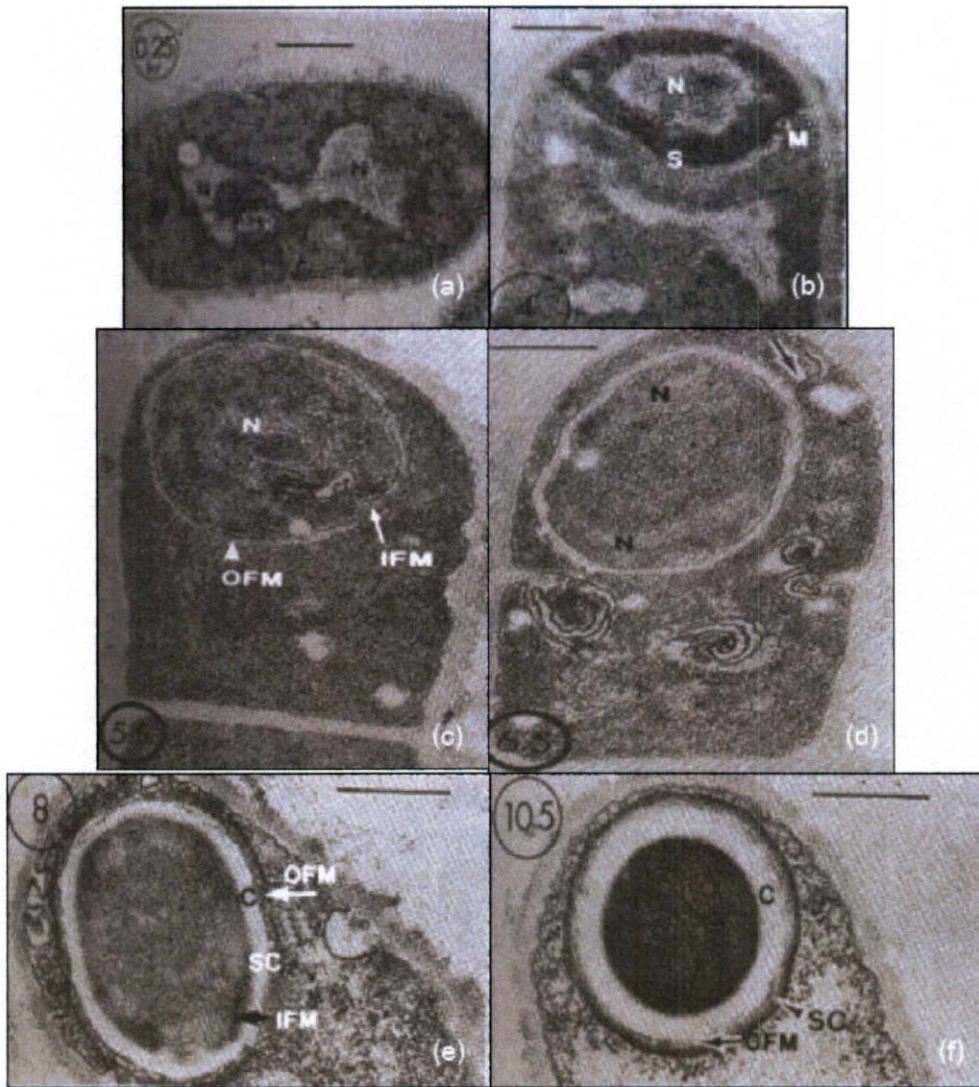
จุลินทรีย์	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
ยีสต์		
Vegetative cell	50-80	10-15
Ascospore	60-70	10-15
มียกเว้นบางชนิด		
เชื้อรา		
Vegetative cell	60-70	5-10
สปอร์ทั่วไป	60-70	5-10
ยกเว้นสปอร์และ Sclerotia ของรา บางชนิดทนความร้อนได้สูงมาก		
แบคทีเรีย		
แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ :		10
Vegetative cell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

ที่มา: ไพโรจน์ (2546)

2.5 *Bacillus. megaterium*

B. megaterium มีแกรมบวก ลักษณะเป็นท่อน ปกติพบได้ในดิน ผนังเซลล์มี Polysaccharide ซึ่งเป็นตัวที่ช่วยให้มันติดกันเป็นโซ่ โครงสร้างของ *B. megaterium* นั้นความกว้างประมาณ 1.3-2 μm และเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-6 μm (Brock and Madigan, 1991; Prescott *et al.*, 1993) มันใช้ flagella ด้านข้างในการเคลื่อนที่ และผลิต 1 endospore ต่อ 1 cell แบคทีเรียชนิดนี้ผลิตเอนไซม์ที่สำคัญคือ endoproteinase และ phospholipase (Brock and Madigan, 1991; Prescott *et al.*, 1993) สารปฏิชีวนะจะถูกผลิตขึ้นในระหว่าง exponential phase ด้วย (Prescott *et al.*, 1993) เมื่อ *B. megaterium* ถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ โคโลนีจะเป็นสีค่อนข้างเหลืองขาวถึงน้ำตาล แต่เมื่ออยู่ในหม้อ (Broth) มันจะแสดงพิกเมนต์ (pigment) สีดำ

B. megaterium จะผลิต endospore ภายใน 10 ชั่วโมง หลังการพักตัว เมื่อสารอาหารลดลงเหลือน้อย vegetative cell จะแบ่งตัวออก และมันจะผลิตผนังเซลล์ septum (4 ชั่วโมงหลังการเพาะตัว) septum จะค่อย ๆ โต และจะมีสปอร์ที่ยังไม่โตเต็มที่อยู่ภายใน (5.5 ชั่วโมงหลังการเพาะตัว) จากนั้นจะมีเปลือกระหว่างเนื้อเยื่อ และโปรตีนจะปกคลุมเปลือก และจะทำการเลือกแคลเซียมและ dipicolinic acid (6.5 ถึง 8 ชั่วโมงหลังการเพาะตัว) สปอร์จะโตเต็มที่แล้วในระยะสุดท้ายไม่ได้ถูกแสดงไว้ ซึ่งเป็นระยะที่เอนไซม์จะทำลายถุงหุ้มสปอร์ และปล่อย endospore ในสภาพที่สมบูรณ์ (Prescott *et al.*, 1993)



ภาพที่ 2.3 แสดงระยะของการสร้างสปอร์ภายใน *B. megaterium*

ที่มา: Prescott *et al* ,(1993)

วัฏจักรทั้งหมดของระยะของการสร้างสปอร์ภายใน *B. megaterium* พุดถึงชั่วโมง log phase ของช่วงการเติบโต โดยที่ (a) 0.25 ชั่วโมง : เป็นตัวแบบของ vegetative cell (b) 4 ชั่วโมง : เป็นระยะที่ 2 ของเซลล์ ซึ่งอยู่ในช่วงการแบ่งเซลล์ (c) 5.5 ชั่วโมง : ระยะที่ 3 ของเซลล์ : เป็นช่วงที่ engulfment (d) 6.5 ชั่วโมง : ระยะที่ 4 ของเซลล์ : คือช่วงการสร้าง cortex (e) 8 ชั่วโมง : ระยะที่ 5 ของเซลล์ เป็นการสร้าง เปลือกหุ้ม (coat) (f) 10.5 ชั่วโมง : ระยะที่ 6 ของเซลล์ เป็นระยะที่สปอร์เจริญเติบโตในถุงหุ้มสปอร์

Rourke (2004) ได้ใช้ *B. megaterium* เป็นวิธีการหนึ่งในการปราบเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรค

เพราะมันเป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถใช้ในการปราบเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคได้ เช่น *Sclerotium cepivorum* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคในหัวหอม (Wong and Hughes, 1986) หรือ *R. solani*, *Fusarium roseum* and *Alternaria alternate* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคในข้าว (Islam and Nandi, 1985)

2.6 การถนอมอาหารโดยเทคโนโลยีแบบผสมผสาน (Huddle Technology)

เทคโนโลยีแบบผสมผสาน (Huddle Technology) เป็นหลักการที่ใช้ถนอมอาหาร โดยการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ด้วยปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกัน ได้แก่ การใช้ความร้อน การควบคุมอุณหภูมิ การปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำอิสระ ความเข้มข้นของออกซิเจน สารเคมีที่ใช้ถนอมอาหาร ทั้งนี้เพื่อคงความสดและคุณค่าทางอาหาร ในขณะที่เดียวกันก็ควบคุมการเจริญของแบคทีเรียในอาหาร การใช้ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกัน เพื่อยับยั้งและชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งจะลดความรุนแรงของการใช้ความร้อนหรือการเติมสารเคมีลงได้ พบว่าการควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกันนี้สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร คงคุณค่าทางอาหาร และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น (Lou และ Yousef, 1997) สำหรับตัวอย่างปัจจัยที่ใช้ในหลักการ Huddle Technology ประกอบด้วย

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ให้อาหารเสื่อมเสียและสร้างสารพิษที่สำคัญ มีผลต่อการเจริญและอัตราการอยู่รอดของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปยีสต์และราจะทนกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย ดังนั้นอาหารที่เป็นกรดจึงมีโอกาสเสื่อมเสียจากรามากกว่าเชื้อจุลินทรีย์อื่น โดยอาหารที่มี pH ต่ำจึงมักเก็บได้นานกว่าอาหารที่มี pH เป็นกลาง (ลัดดาวัลย์, 2536) ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของกรดมาจากค่า pH โมเลกุลของกรดไม่แตกตัว (undissociated acid molecule) และแอนไอออน (anion) เช่น กรดอะซิติก กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก ที่มีอยู่ในอาหารต้องอยู่ในรูปของโมเลกุลของกรดที่ไม่แตกตัว การเพิ่มความเป็นกรดหรือการเพิ่มไฮโดรเจนไอออน จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ได้ โดยสามารถลดการงอกหรือการเติบโตของสปอร์ (บุษกร, 2545)

2. การใช้สารเคมีถนอมอาหาร

การใช้สารเคมีบางชนิดเข้ารวมกับการถนอมอาหารแบบอื่น ๆ หรือใช้สารเคมีเพียงอย่างเดียว สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงในการใช้สารเคมีคือ ความปลอดภัย ซึ่งต้องใช้ในปริมาณที่ถูกต้องที่ได้พิสูจน์แล้วว่าปลอดภัย และเป็นชนิดที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้ได้

สาเหตุของการที่สารเคมีต่าง ๆ มีผลต่อการทำลายและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

1. สารประกอบนั้นเข้าไปรบกวนกลไกการทำงานด้านพันธุกรรมของเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้ไม่สามารถสร้างเซลล์ขึ้นมาใหม่ได้ตามปกติ
2. สารประกอบนั้นเข้าไปรบกวนการทำงานของผนังเซลล์จุลินทรีย์ จนไม่สามารถทำงานได้
3. สารประกอบนั้นเข้าไปรบกวนระบบและกลไกการทำงานของเอนไซม์ ภายในเซลล์จุลินทรีย์ให้ผิดปกติไป

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 (2547) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ได้ให้ความหมายของวัตถุเจือปนอาหารไว้ดังนี้ วัตถุเจือปนอาหาร หมายความว่า วัตถุที่ตามปกติไม่ได้ใช้เป็นอาหารหรือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร ไม่ว่าจะวัตถุนั้นจะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีการผลิต การแต่งสีอาหาร การปรุงกลิ่นรสอาหาร การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐานหรือลักษณะของอาหาร วัตถุเจือปนอาหารที่สำคัญที่มีการนิยามกันได้แก่ วัตถุกันเสีย (preservative) วัตถุที่ใช้เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่าง (acid regulation) วัตถุกันหืนและสารเสริมฤทธิ์วัตถุกันหืน เป็นต้น ทั้งนี้ให้ความหมายรวมถึงวัตถุที่ไม่ได้เจือปนในอาหาร แต่มีภาชนะบรรจุเฉพาะแล้วใส่รวมอยู่กับอาหาร เพื่อประโยชน์ดังกล่าวข้างต้นด้วย เช่น วัตถุกันชื้น เป็นต้น ไม่รวมถึงสารอาหารที่เติมเพื่อเพิ่มหรือปรับให้คงคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามินเกลือแร่

ไพบูลย์ (2532) ได้อธิบายถึงการใช้โซเดียมเบนโซเอตในพวกผักดอง ประสิทธิภาพของกรดและเกลือมีค่าสูงมาก ทั้งนี้เพราะว่าผักดองมีค่าพีเอชต่ำ นอกจากนี้การเติมเครื่องเทศในผักดอง ทำให้ไม่เกิดความรู้สึกว่ากรดและเกลือนี้ ได้ไปเปลี่ยนกลิ่นรสของผักดองแต่อย่างไร ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่าง 0.1-0.25% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์

กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบต กรดซอร์บิกเป็นกรดไขมันโมโนคาร์บอกซิลิกอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการถนอมอาหาร กรดซอร์บิกและโพแทสเซียมซอร์เบตเป็นวัตถุกันเสียที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศต่าง ๆ ปฏิบัติการต่อต้านจุลินทรีย์ของกรดซอร์บิกค้นพบครั้งแรกในประเทศเยอรมัน เมื่อปี พ.ศ.2482 (ค.ศ.1939) และต่อมา 2-3 เดือน ได้มีการค้นพบในประเทศสหรัฐอเมริกา กรดซอร์บิกและ โพแทสเซียมซอร์เบตเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวัตถุกันเสียที่ปลอดภัยสำหรับใช้กับอาหาร (Sinskey, 1980)

กรดอะซิติก เป็นวัตถุกันเสียที่สำคัญตัวหนึ่ง ซึ่งมีประวัติการใช้มายาวนาน โดยเฉพาะชาวตะวันออกรู้จักนำส้มสายชูจากไวน์ปาล์ม ในสมัยโรมนำส้มสายชูใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร

เพื่อเก็บรักษาอาหารโดยลำพัง หรืออาจผสมกับสารอื่น ๆ เช่น เกลือ ไนโตร หรือ น้ำผึ้ง จนกระทั่งได้มีการทำน้ำส้มสายชูในระดับครัวเรือน โดยให้แอลกอฮอล์ในไวน์เกิดการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ (Conner และ Allgeir, 1976) ปัจจุบันกรดอะซิติกยังเป็นกรดที่ใช้ถนอมอาหารที่สำคัญ กรดอะซิติกที่ใช้ในการถนอมอาหารมี 2 รูปแบบ คือ ใช้ในรูปของน้ำส้มสายชูเข้มข้น 5-10% และในรูปของสารละลายกรดอะซิติกสังเคราะห์เข้มข้น 25-80% สำหรับน้ำส้มสายชู 5-10% อาจจะได้จากการเจือจางกรดอะซิติกสังเคราะห์ หรือได้จากการผสมระหว่างกรดอะซิติกที่ได้จากการหมักกับกรดอะซิติกสังเคราะห์หรือได้จากการหมักอย่างเดียว (Lueck, 1980)

3. (Water Activity, a_w)

น้ำอิสระในอาหาร (a_w) เป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับการกำหนดชนิดและอัตราการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่มีความชื้นปานกลาง ทั้งนี้มีสารละลายหลายชนิดเมื่อเติมในอาหาร จะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการออสโมซิส ระหว่างอาหารกับเซลล์แบคทีเรีย โดยเฉพาะในยีสต์และรา ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ดีและเข้ากันได้ (Marin *et al.*, 2002)

4. Homeostasis

เมื่อสภาวะแวดล้อมของที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ได้รับการกระทบกระเทือน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จนอาจทำให้ส่วนประกอบของเซลล์อาจถูกทำลาย หรือทำให้เซลล์เกิดการบาดเจ็บได้กลไกของ Homeostasis คือการปรับตัวของเซลล์เพื่อรักษาสภาพทางกายภาพและปัจจัยที่มีผลต่อการมีชีวิตของจุลินทรีย์ให้คงที่เหมือนเดิม รวมทั้งซ่อมแซมส่วนประกอบของเซลล์ที่ถูกทำลาย ให้เซลล์สามารถมีชีวิตรอดและเจริญต่อไปได้ สิ่งที่สำคัญสำหรับการนำ Huddle Technology มาประยุกต์ใช้ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดคือ Huddle นั้นจะต้องทำลายหรือยับยั้งไม่ให้เกิดกลไก Homeostasis (Leistner และ Gould, 2002)

5. อุณหภูมิ

ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไปแล้วในหัวข้อที่ 2.4.2 เรื่องหลักการฆ่าจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนในระดับพลาสมาเจอร์โรลส์

2.7 อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)

กิจการหรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มาจากภาษาอังกฤษ Small and Medium Enterprises หรือในชื่อย่อ SMEs ซึ่งครอบคลุมกิจการ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ

1. กิจการการผลิต (Production Sector) ครอบคลุมการผลิตในภาคเกษตรกรรม (Agricultural Processing) ภาคอุตสาหกรรม (Manufacturing) และเหมืองแร่ (Mining)

2. กิจการการค้า (Trading Sector) ครอบคลุมการค้าส่ง (Wholesale) และการค้าปลีก (Retail)

3. กิจการบริการ (Service Sector)

ประเทศไทยประกอบด้วยวิสาหกิจประมาณ 8.5 แสนกิจการซึ่งกว่า 99.7% จัดเป็น SMEs (กระทรวงอุตสาหกรรม) โดยให้ค่านิยามขนาดของกิจการไว้ ดังรูปที่ 2.4 โดยใช้จำนวนการจ้างงานและมูลค่าสินทรัพย์ถาวร เป็นเกณฑ์

กิจการการผลิตที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันเกือบ 90% เป็นกิจการขนาดย่อม ในขณะที่อีกประมาณ 7% เป็นกิจการขนาดกลาง และประมาณ 3% เป็นกิจการขนาดใหญ่ โดยกิจการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547) เหล่านี้ตั้งอยู่กระจายตามภูมิภาคทั่วประเทศ อาจกล่าวได้ว่ากิจการเหล่านี้เป็นรากฐานของอุตสาหกรรมไทย และมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งรองรับแรงงานที่ใหญ่มาก ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่ม หรือช่วยประหยัดเงินตราจากทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

ขนาดย่อม			ขนาดกลาง			
ประเภทกิจการ	การจ้างงาน	มูลค่าสินทรัพย์ถาวร	ประเภทกิจการ	การจ้างงาน	มูลค่าสินทรัพย์ถาวร	
กิจการการผลิต	ไม่เกิน50คน	ไม่เกิน 50 ล้านบาท	กิจการการผลิต	50-200 คน	เกิน 50-200 ล้านบาท	
กิจการการค้า	ค้าส่ง	ไม่เกิน25คน	กิจการการค้า	ค้าส่ง	26-50 คน	เกิน 50-100 ล้านบาท
	ค้าปลีก	ไม่เกิน15คน		ค้าปลีก	16-30 คน	เกิน 30-60 ล้านบาท
กิจการบริการ	ไม่เกิน50คน	ไม่เกิน 50 ล้านบาท	กิจการบริการ	51-200 คน	เกิน 50-200 ล้านบาท	

ภาพที่ 2.4 แสดงนิยามกิจการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)

ที่มา : สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (2548)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุชาติ (2548) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาสุขภาพกายทิพย์ พบว่า การให้ความร้อนเพื่อยืดอายุการรักษาของขอสสำหรับการหมักที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และสามารถยืดอายุการรักษาขอสได้นานถึง 6 เดือน โดยไม่มีความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี

มนัสชนก (2548) ศึกษาอัตราการอยู่รอดของแบคทีเรียโยเกิร์ตและแบคทีเรียโพรไบโอติกในโยเกิร์ต หลังกระบวนการหมักและระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส

พบว่าเชื้อโยเกิร์ต *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* มีปริมาณลดลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ระยะเวลาของการเก็บรักษาโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 หรือ 10 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium lactics*

ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย (2548) จากความนิยมบริโภคและใช้ชาเขียว ทำให้ชาเขียวของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาอัตราการขยายตัวของมูลค่านำเข้าชาเขียวเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 12.2 ต่อปี อัตราส่งออกเฉลี่ยละ 6.5 ต่อปี โดยอนาคตของชาที่มีปัจจัยกำหนด 2 ประการคือความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิต และความต้องการการบริโภคชา ซึ่งคาดว่าราคาใบชามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากแนวโน้มการบริโภคชาเขียวเพิ่มขึ้น และแนวโน้มของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกสบายหรูหรา ทำให้เกิดร้านจำหน่ายชาโดยเฉพาะเพิ่มขึ้น รวมทั้งแนวโน้มความห่วงใยเรื่องสุขภาพ ส่งผลให้มีความนิยมดื่มชาเพื่อสุขภาพและผ่อนคลายความเครียดจากสภาพแวดล้อมมากขึ้น

อรพวรรณ (2549) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำ อัตราส่วนระหว่างใบชาต่อน้ำ และเวลาที่ใช้ในการชงชาต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำชา โดยชงชาเขียวในน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ คือ 80 และ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราส่วนระหว่างใบชาต่อน้ำที่ใช้ในการชงต่างกัน 2 ระดับคือ 0.6 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และ 1.2 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และใช้เวลาในการชงแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 1 2 3 4 และ 5 นาที โดยผลที่ได้คือพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มจาก 80 องศาเซลเซียส เป็น 100 องศาเซลเซียส ทำให้ได้น้ำชาเขียวที่มีโพลีฟีนอลโดยรวมแทนนิน มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาผลของอัตราส่วนระหว่างใบชาต่อน้ำพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนเป็น 1.2 กรัม/ 100 มิลลิลิตร พบว่าแนวโน้มปริมาณโพลีฟีนอลโดยรวมแทนนิน และค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาเขียวมีค่าสูงขึ้น และเวลาที่ชงนานขึ้นพบว่า ปริมาณโพลีฟีนอลโดยรวม แทนนิน และค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาเขียวมีค่าสูงขึ้น เมื่อใช้เวลาในการชงนานขึ้น

สุกกาญจน์ (2548) ศึกษาการพัฒนาสูตรชงชงชันจากสับปะรด โดยสูตรคือสับปะรดร้อยละ 55.8 พริกชี้ฟ้าดองร้อยละ 13.95 และน้ำตาลทรายร้อยละ 23.25 โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.96 ความเป็นกรดต่าง 3.96 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้หมด 37 องศาบริกซ์ การเก็บรักษาพบว่า เมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างและความขุ่นหนืดลดลง คุณภาพทางเคมีมีค่าคงที่ ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และรามมีปริมาณไม่เกินกว่าปริมาณที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขอสหปริกกำหนด

กุลยา (2541) การศึกษาเรื่องการยืดอายุการเก็บผักสดในสภาวะต่างกัน คือ เก็บที่ อุณหภูมิห้อง ห้องปรับอากาศ และเก็บในห้องเย็นโดยการเก็บใส่ในถุงพลาสติก โดยวิธีการต่าง ๆ พบว่า ผักสดที่เก็บโดยซุบสารละลาย CaCl_2 2000 ppm จะมีอายุการเก็บนาน ผักที่เก็บได้นานที่สุดคือ มะนาว โดยซุบสารละลาย CaCl_2 เก็บในห้องเย็นมีอายุการเก็บ 35 วัน หรือเก็บโดยซุบ แอลกอฮอล์ 5% เก็บได้ 35-36 วัน โดยยังสดเหมือนเดิม โดยดูจากลักษณะที่ปรากฏแก่สลายตา การเปลี่ยนแปลงของเปลือก ความเขียว สี ผักต่าง ๆ ที่ทดลองพบว่า ลดอุณหภูมิการเก็บลงเหลือ ระหว่าง $6-8^\circ\text{C}$ จะสามารถยืดอายุการเก็บได้นานถึงประมาณ 2 เท่าตัว ผักที่ทดลองพบว่าเก็บใน ถุงที่บรรจุ CaCl_2 เก็บในห้องเย็นจะเก็บได้นานที่สุด

ชลิตา (2547) ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุด้วยพลาสติก เพื่อ กำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมโดย ใช้วิธีการพาสเจอร์ไรซ์ พบว่าต้องลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ลง 6 รอบลอการิทึม โดยพิจารณาเลือก เชื้อ *Bacillus* sp. เป็นตัวแทนในการศึกษา เนื่องจากทนความร้อนได้มากที่สุด และมีชีวิตเหลือรอด ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และพบว่าต้องให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 วินาที โดยสามารถรักษาคุณภาพได้นานที่สุด 1 เดือน และมีจุลินทรีย์น้อยกว่ากฎหมาย กำหนด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและวัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุดิบ

- 3.1.1.1 ชาเขียวพร้อมดื่มขนาดบรรจุ 250 กรัมจากโรงงานไอชาอิ
- 3.1.1.2 น้ำตาลที่ใช้ผลิตจากโรงงานไอชาอิ
- 3.1.1.3 ใบชาจากโรงงานไอชาอิ ตรา Cherry ขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัม

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์

- 3.2.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง Mettler toledo
- 3.2.1.2 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) Memmert,Germany
- 3.2.1.3 ตู้บ่มเชื้อ Memmert,Germany
- 3.2.1.4 เครื่องตีปั่น (stomacher) TUL instruments,Spain
- 3.2.1.5 Vortex Gene2,G-560E,USA
- 3.2.1.6 Loop Platinum 3 mm
- 3.2.1.7 Water Bath Memmert,รุ่น WB29,Germany
- 3.2.1.8 ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าความร้อน 180 °C นาน 2 ชม.
- 3.2.1.9 จานเพาะเชื้อ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 180 °C นาน 2 ชม.
- 3.2.1.10 เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น

3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

- 3.2.1 สารละลายเจือจาง Phosphate buffer pH 7.2
- 3.2.2 Plate Count Agar (PCA) Merck
- 3.2.3 Potato Dextrose Agar (PDA) Merck
- 3.2.4 Lauryl Sulfate Tryptose Broth (LSTB) Merck

3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง

3.3.1 บริษัท โอซาคิ จำกัด 128/6 ซ.13 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ หนองจอก กรุงเทพฯ ฯ

3.3.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์จุลินทรีย์ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ศึกษาปริมาณแบคทีเรีย, ยีสต์, ราและโคลิฟอร์ม ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

นำชาเขียวพร้อมดื่มยี่ห้อโอซาคิที่เก็บจากบริษัทหลังการผลิตจำนวน 4 ครั้งของการผลิตบรรจุในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง แล้วนำมาเก็บในตู้เย็นของห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการตรวจสอบหาปริมาณ แบคทีเรีย ยีสต์ รา และโคลิฟอร์ม โดยทำการตรวจสอบในวันที่ 0 1 3 5 7 และ 9 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิตู้เย็น (4-8 °C) ด้วยวิธีการดังนี้

3.4.1.1 หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

นำตัวอย่างมาเจือจางรวมเป็น 4 ระดับความเจือจาง ($1:0$, $1:10^1$, $1:10^2$ และ $1:10^3$) จากนั้นดูดตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจางมา 0.1 มิลลิลิตร ลงบน PCA โดยวิธี spread plate ระดับความเจือจางละ 2 จานเพาะเชื้อ บ่มเพาะเลี้ยงเชื้ออาหาร PCA ที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชม. ทำการนับเชื้อที่เกิดขึ้นโดยคิดปริมาณเชื้อที่นับได้เป็น Colony Forming Unit (CFU) ต่อ มิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำชา โดยคัดเลือกเก็บโคโลนีที่ขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA มาเลี้ยงต่อใน PCA slant บ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 48 ชม. ดูลักษณะเซลล์ ด้วยการย้อมแกรมแล้วส่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อยืนยันสายพันธุ์ของเชื้อ

3.4.1.2 หาปริมาณยีสต์และราทั้งหมด

ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1.1 แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ทำการปรับด้วยกรด 10% Tartaric acid จนได้ค่าพีเอช 3.5 และบ่มที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 3-5 วัน ทำการนับปริมาณเชื้อราและยีสต์ที่ได้เป็น Colony Forming Unit (CFU) ต่อ มิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำชา

3.4.1.3 หาปริมาณโคลิฟอร์ม

ดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ LSTB ปริมาตร 2 เท่าที่เตรียมไว้ ปริมาณ 10 มิลลิลิตรที่มีหลอดดักก๊าซและทำการฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 10 หลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชม. เพื่อดูการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซและการเจริญของเชื้อ

รายงานผลการตรวจพบเชื้อโคลิฟอร์มเป็นค่า MPN ต่อมิลลิลิตรของน้ำชา ตามปริมาณหลอดที่พบ การเจริญของเชื้อและมีก๊าซในหลอดดักก๊าซ

3.4.2 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ ยีสต์ และราในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชาเขียวพร้อมดื่ม

โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มประกอบไปด้วย ใบชา น้ำตาล และน้ำประปา โดยทำการศึกษาดังนี้

3.4.2.1 ใบชา

สุ่มซังตัวอย่างใบชา ใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ 11 กรัม เติมน้ำละลาย เจือจางฟอสเฟตบัพเฟอร์ปลอดเชื้อ (พีเอช 7.2) 99 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 1 นาที (ได้ความเจือจางในระดับ 1:10) ถ่ายตัวอย่างที่เจือจางมา 10 มิลลิลิตร ลงใน หลอดทดลองปลอดเชื้อ จากนั้นนำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ที่ถ่ายในหลอดทดลองไปแช่ใน water bath 80 °C นาน 10 นาที เมื่อครบ 10 นาที ให้นำหลอดทดลองแช่ลงในอ่างที่มีน้ำเย็นทันที ทำ การตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่สร้างสปอร์จากตัวอย่างดังกล่าว โดยทำการเจือจางเพิ่มขึ้น แบบ 10 fold dilution อีก 2 ระดับ (1 : 10² และ 1 : 10³) ตูดตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ในแต่ละ ระดับความเจือจาง ไปทำการเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่เตรียมไว้ โดยวิธี spread plate ระดับความเจือจางละ 2 จานเพาะเชื้อ ปมเพาะเลี้ยงเชื้ออาหาร PCA ที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชม. ทำการนับเชื้อที่เกิดขึ้นโดยคิดปริมาณเชื้อที่นับได้เป็น Colony Forming Unit (CFU) ต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างใบชา

สำหรับยีสต์ และรานำตัวอย่างที่เจือจางในระดับ 1 : 10 มาเจือจางต่อที่ระดับ 1 : 100 และ 1 : 1000 โดยไม่ผ่านความร้อน ตูดตัวอย่าง 0.1 ml ในแต่ละความเจือจางในอาหาร PDA ที่เตรียมไว้ ปมที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 วัน

3.4.2.2 น้ำตาล

สุ่มซังน้ำตาลยี่ห้อมิตรผลจากโรงงานโอชาอิแล้วทำการตรวจเช่นเดียวกับ

ใบชาในข้อ 3.4.2.1

3.4.2.3 น้ำที่ใช้ในการผลิต

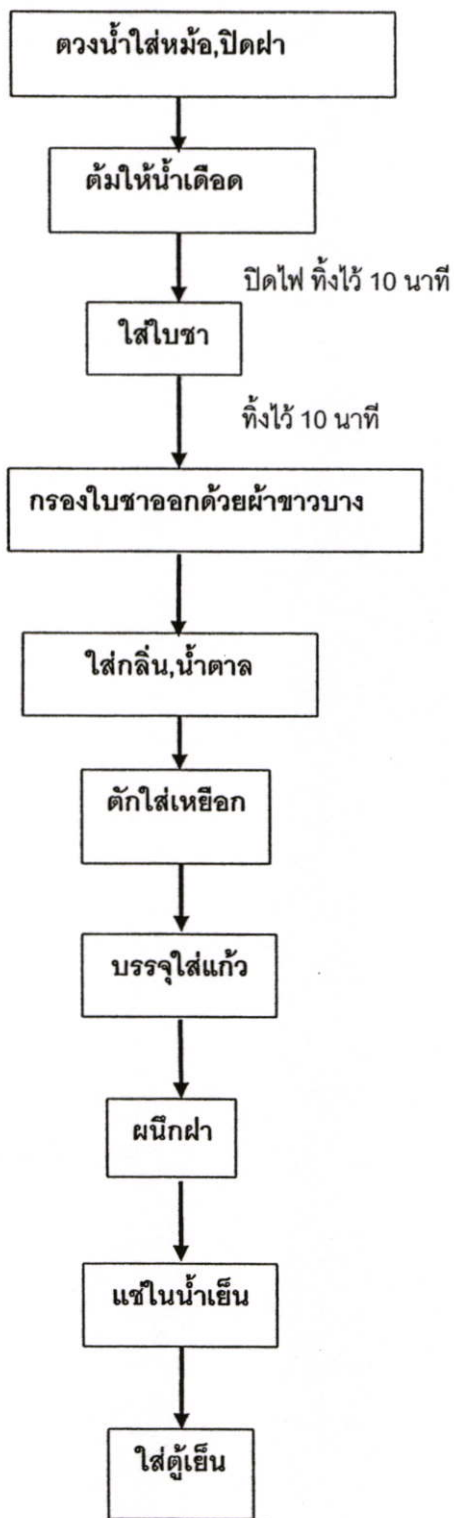
สุ่มน้ำประปา 200 ml มาใส่ในขวดปลอดเชื้อเพื่อหา แบคทีเรียทั้งหมด ตามข้อ 3.4.1.1 ปริมาณยีสต์และรา ตามข้อ 3.4.1.2 และปริมาณโคลิฟอร์มด้วยวิธี MPN ตามข้อ 3.4.1.3

3.4.3 คัดเลือกจุลินทรีย์ที่เป็นปัญหาการศึกษาการลดจำนวน โดยการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตซาเชียวให้เหมาะสม

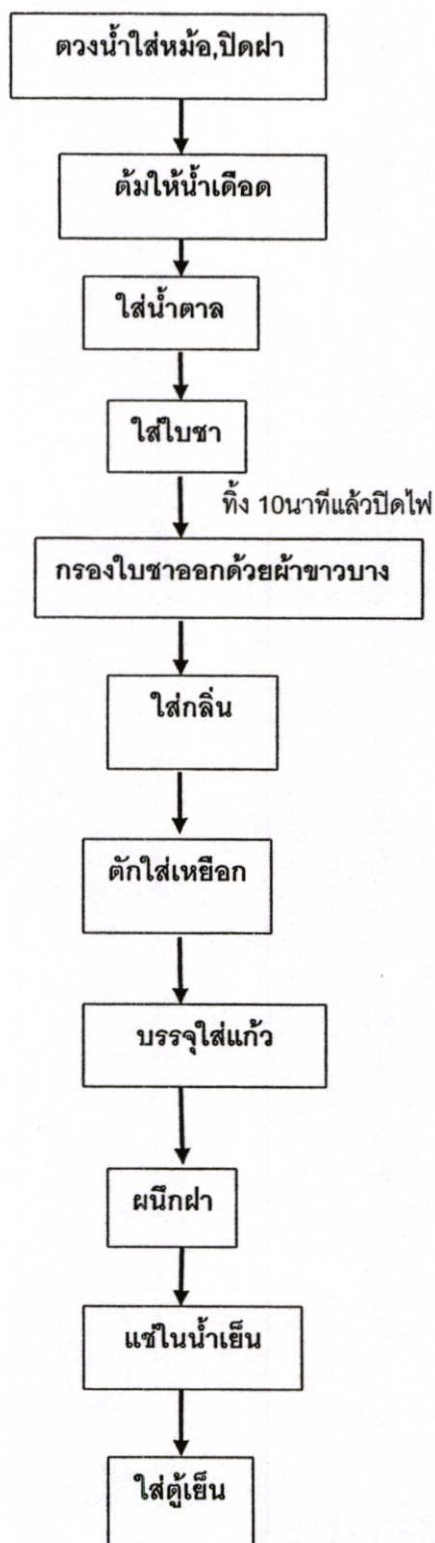
ทำการสุ่มคัดเลือกแบคทีเรียที่เจริญในตัวอย่าง ข้อ 3.4.2.1 ,3.4.2.2 และ 3.4.2.3 มาเลี้ยงใน PCA slant ป่มที่ 37 °C เป็นเวลา 48 ชม. ดูลักษณะเซลล์ ด้วยการย้อมแกรมแล้วส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วคัดเลือกส่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อยืนยันสายพันธุ์ของเชื้อในผลิตภัณฑ์สุดท้ายและดูความสัมพันธ์ของเชื้อแบคทีเรียที่พบเทียบกับเชื้อที่พบในวัตถุดิบ

จากกระบวนการผลิตซาเชียวพร้อมดื่มในธุรกิจขนาดย่อมแบบเดิมตามภาพที่ 3.1 (ก) ซึ่งทำการปิดไฟหลังจากต้มน้ำจนเดือดเป็นเวลา 10 นาที ก่อนใส่วัตถุดิบโใบซาและทิ้งไว้อีก 10 นาที ก่อนกรองและใส่กลิ่นและน้ำตาล ได้ทำการศึกษาปรับปรุงวิธีการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม โดยเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิตคือ หลังจากน้ำต้มเดือดให้ทำการเปิดไฟต่อเนื่องหลังจากใส่วัตถุดิบโใบซาและน้ำตาลทรายอีก 10 นาที ก่อนกรองและใส่กลิ่นตามภาพที่ 3.1 (ข) จากนั้น นำแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ในข้อ 3.4.1 มาเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนได้ปริมาณสปอร์ที่เหมาะสม นำสปอร์ของเชื้อที่ได้ มาทำการศึกษาเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตทั้งแบบเดิมและแบบปรับปรุงใหม่ ดังนี้

3.4.3.1 ทดสอบการลดลงของปริมาณ *B. megaterium* โดยใส่สปอร์เข้าไปหลังการใส่โใบซาในกระบวนการผลิตทั้งแบบเดิมและแบบใหม่ ในระดับต่างกัน 3 ระดับคือในปริมาณเชื้อเริ่มต้นจากวัตถุดิบเอง ปริมาณเชื้อ 10^2 cfu/ml และปริมาณเชื้อ 10^3 cfu/ml หลังจากทำการบรรจุตัวอย่างใส่แก้วแล้ว ทำการตรวจหาปริมาณเชื้อเริ่มต้นหลังการผลิตทันที (0 วัน) และทำการเก็บตัวอย่างที่ได้จากการผลิตทั้งสองรูปแบบที่อุณหภูมิตู้เย็น (4-8 องศาเซลเซียส) จากนั้นทำการตรวจหาปริมาณ *B. megaterium* ในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดหลังจากเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 1 3 5 7 9 11 และ 13 วัน ตามวิธีที่กล่าวแล้วในข้อ 3.4.1.1



(ก.) กระบวนการผลิตแบบเดิม



(ข.) กระบวนการผลิตแบบใหม่

ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มของโรงงานโอชาอิ

(ก.) วิธีการผลิตแบบเดิม

(ข.) วิธีการผลิตแบบใหม่

3.4.3.2 ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกับการผลิตรูปแบบเดิม

นำตัวอย่างชาเขียวพร้อมดื่มในแบบกระบวนการผลิตแบบเดิม (ภาพที่ 3.1) กับกระบวนการผลิตในแบบใหม่ (ภาพที่ 3.2) ไปเปรียบเทียบโดยใช้ผู้บริโภคที่ชอบดื่มผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่ม จำนวน 60 คน โดยทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสในด้าน ความหวาน สี กลิ่น ความชอบโดยรวม (ภาคผนวก ค.) จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจง (T-test) แบบ t-test for independent samples และทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อตัวอย่างที่ผลิตทั้งสองรูปแบบโดยใช้ 7 points hedonic scale

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การศึกษาปริมาณแบคทีเรีย, ยีสต์, ราและโคลิฟอร์ม ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

จากการนำตัวอย่างชาเขียวพร้อมดื่มที่ผลิตจากบริษัท โอชาอิ จำกัดมาตรวจหาปริมาณแบคทีเรีย, ยีสต์, ราและโคลิฟอร์ม โดยทำการตรวจ ตั้งแต่ วันที่เริ่มผลิต (0 วัน) และผลิตภัณฑ์ที่ทำการเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสในวันที่ 1 3 5 7 และ 9 (ตารางที่ 4.1) พบว่าปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และรา รวมถึงโคลิฟอร์มตรงตามมาตรฐาน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่อง ขามีข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ดังนี้

- Coliform น้อยกว่า 2.2 ต่อชาปรงสำเร็จ 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)
- *E. coli* ต้องไม่พบ
- ยีสต์และรา ต้องไม่พบ

จากการตรวจวิเคราะห์เชื้อ โคลิฟอร์ม ยีสต์และราของผลิตภัณฑ์หลังการผลิต (0วัน) และการเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 3 5 7 และ 9 วันนั้น ตรวจไม่พบเชื้อในกลุ่มดังกล่าว แต่พบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง 31 และ 70×10^2 cfu/ml ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขไม่ได้ระบุถึงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แต่จากการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ พบว่า หลังการผลิต (0 วัน) ผลิตภัณฑ์มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในปริมาณน้อย (31 cfu/ml) โดยที่ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลอ่อนใส (ภาพที่ 4.1 ก.) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ปริมาณแบคทีเรียนี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนมากขึ้น ถึง 2 log cycle (16×10^2 - 70×10^2 cfu/ml) หลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5-9 วัน อันเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียในลักษณะที่เป็นลิ้มเมือก (ภาพที่ 4.1 ข.)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายของขาเขียวพร้อมดื่ม

วันที่ตรวจ	จุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์		
	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml)	ยีสต์และรา (cfu/ml)	โคลิฟอร์ม (MPN/100ml)
0	31	0	<1.1
1	48	0	<1.1
3	180	0	<1.1
5	16×10^2	0	<1.1
7	48×10^2	0	<1.1
9	70×10^2	0	<1.1

หมายเหตุ : ผลการทดลองดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ครั้ง

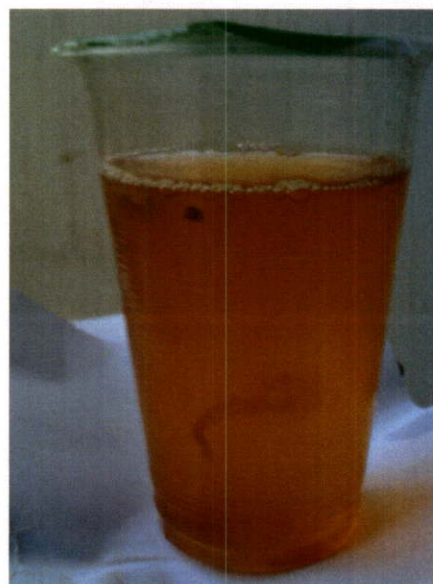
การตรวจพบแบคทีเรียหลังการผลิตดังกล่าว แสดงว่า ความร้อนที่ใช้ในการผลิตขาเขียวของบริษัทเพียงพอจะทำลายเชื้อยีสต์และรา รวมถึงโคลิฟอร์มได้ แต่ไม่สามารถทำลายแบคทีเรียบางชนิดที่ปนเปื้อนก่อนการผลิตให้หมดไปได้ ซึ่งโคโลินของเชื้อที่เจริญบนอาหาร PCA ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกัน คือ มีรูปร่างกลม สีค่อนข้างเหลืองขุ่นขาว ขอบเรียบ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3 ถึง 0.6 เซนติเมตร เมื่อนำมาย้อมแกรม พบว่าเป็นแกรมบวก เซลล์มีลักษณะเป็นรูปท่อน ทุกโคโลินเป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั้งสิ้น (ภาพที่ 4.2) จึงเป็นไปได้ที่ความร้อนที่ใช้ในการผลิตไม่เพียงพอที่จะทำลายสปอร์ที่พบในผลิตภัณฑ์ ทำให้พบเชื้อในกลุ่มที่สร้างสปอร์สามารถเจริญที่อุณหภูมิต่ำในขณะเก็บหลังการผลิต และสร้างเมือกขึ้นขณะเจริญจนทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียในลักษณะเมือก เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสในวันที่ 5 และ ดังนั้นจึงสันนิษฐานว่าเชื้อที่พบมากในการศึกษานี้อาจเป็น เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus* ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่ม *Bacillus* sp. มีรายงานว่า เป็นแบคทีเรียที่เติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีอากาศ (aerobe) และมีอากาศเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobe) อุณหภูมิสูงสุดที่สามารถเจริญได้คือ 70-90 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 3 องศาเซลเซียส และพบได้ในอาหารพวกมีกรดต่ำ ๆ หรือมีกรดบ้าง (พวงพร, 2545)

สำหรับการเกิดเมือกในผลิตภัณฑ์นั้น บุษกร (2546) ได้กล่าวว่า เชื้อที่ทำให้เกิดเมือกส่วนมากเป็นเชื้อ *Bacillus subtilis*, *B. panis*, *B. mesentericus* โดยที่สปอร์ของเชื้อเหล่านี้ทนต่ออุณหภูมิที่خبอบ ซึ่งมีอุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส สปอร์จะสามารถงอกและเติบโตในก้อนขนมปัง โดยการเกิดเมือกนี้เกิดจากสร้างแคปซูลออกมาของเชื้อ *Bacillus* นั้นเอง ซึ่งโครงสร้าง

ของจุลินทรีย์นั้นมีความสำคัญต่อการนำเสียบของอาหาร ตัวอย่างเช่นโครงสร้างของแคปซูล (capsule) หรือสไลม์ เลเยอร์ (slime layer) เป็นสารประเภท พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) เป็นส่วนใหญ่ โดยอาจมีสารจำพวกโปรตีนบ้างเล็กน้อย ปริมาณของส่วนประกอบต่าง ๆ จะมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของแบคทีเรีย แคปซูลที่แบคทีเรียสร้างออกมาจะอยู่บริเวณรอบนอกเซลล์ โดยอยู่ล้อมรอบผนังเซลล์แบคทีเรีย มีลักษณะหนาเหนียวคล้ายเยลลี่ หากเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว และมีรูปร่างไม่แน่นอนเรียกว่าสไลม์เลเยอร์ แต่ถ้ารูปร่างแน่นอนเรียกว่าแคปซูล แคปซูลทำหน้าที่ช่วยปกป้องอันตรายต่าง ๆ ให้กับแบคทีเรีย แคปซูลประกอบด้วยสารพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) โดยอยู่ในรูปของสารชื่อเดกซ์แทรน (dextran) หรือสารลิแวน (levan) การสร้างสารเหล่านี้ทำให้เซลล์แบคทีเรียถูกทำลายได้ยากขึ้น เนื่องจากมีเกราะป้องกันอันตรายเซลล์ นอกจากนี้แคปซูลบางชนิดทำให้อาหารมีเมือกเหนียว ซึ่งทำให้อาหารไม่นำรับประทานหรืออาหารบูดเสีย เช่น แคปซูลของเชื้อ *B.subtilis* เป็นต้น



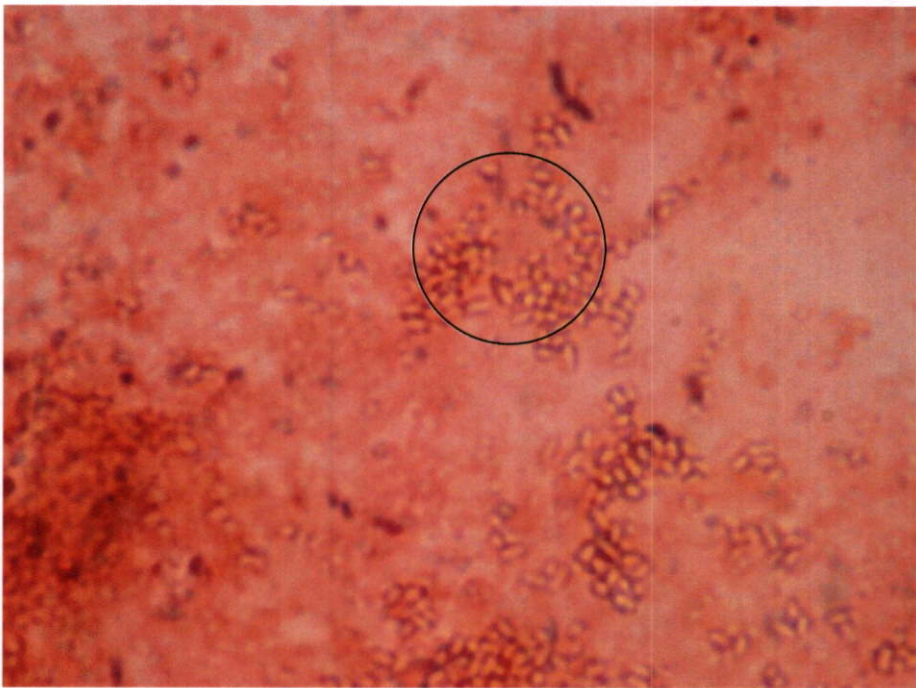
(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 4.1 (ก.) รูปชาเขียวพร้อมดื่มในวันที่ 0 หลังการผลิตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส
 (ข.) รูปชาเขียวพร้อมดื่มที่เกิดเมือกในวันที่ 5 หลังการผลิตที่เก็บไว้ที่
 อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้การทนความร้อนสปอร์ของแบคทีเรียยังมีรายงานว่าทนความร้อนแตกต่างกันไปตามชนิดของแบคทีเรียและสภาพแวดล้อม ในขณะที่เกิดสปอร์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สปอร์อาจทนได้แตกต่างกันตั้งแต่ 1 นาที จนถึง 20 ชั่วโมง (สุมาลี, 2541) ยกตัวอย่างเช่น สปอร์ของ *B. cereus* ทนความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-10 นาที ในขณะที่ *B. anthracis* ที่อุณหภูมิเดียวกันทนความร้อนในการฆ่าเป็นเวลา 15 นาทีซึ่ง *B. subtilis* เองทนความร้อนเป็นเวลา 15-20 นาที โดย *B. stearothermophilus* จะเป็น Bacillus สายพันธุ์ที่ทนความร้อนมากที่สุดคือทนความร้อนได้ >1030 นาทีเป็นต้น (ไพโรจน์, 2546)



ภาพที่ 4.2 สปอร์ของแบคทีเรียที่พบจากผลิตภัณฑ์สุดท้าย

4.2 ผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่ม

4.2.1 ศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในวัตถุดิบ

เนื่องจากผลของแบคทีเรียที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจากข้อ 4.1 ซึ่งพบแต่แบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างสปอร์ จึงได้สุ่มนำเชื้อดังกล่าวบางส่วนไปทำการตรวจวินิจฉัยยืนยันชนิดสายพันธุ์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ผลจากการวินิจฉัย (ภาคผนวก จ)

รายงานว่ ทุกโคโลนีที่ทำการสุ่มเพื่อส่งตรวจนั้นเป็นสายพันธุ์ *B. megaterium* ทั้งสิ้น จึงเป็นไปได้ที่ว่่วัตถุคิบัที่ใช้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มของบริษัท ไม่ว่าจะเป็ น ใบชา น้ำตาลทราย น้ำประปา ที่เป็นวัตถุคิบัหลักของการผลิต อาจเป็นแหล่งการปนเปื้อนของสปอร์ของเชื้อนี้ได้ ดังนั้นจึงได้ ทำการศึกษาหาปริมาณแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในวัตถุคิบันี้ รวมถึงหาปริมาณ ยีสต์ รา จากวัตถุคิบัหลักที่ใช้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มโอชาอินี ซึ่งจากผลการทดลองนี้พบว่ามีปริมาณแบคทีเรีย และ รา (ตารางที่ 4.2) แต่เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นน้ำประปาจึงไม่พบ ซึ่งแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ที่พบในใบชา และน้ำตาลทรายมีปริมาณ 2.5×10^2 cfu/ml และ 2.0×10^2 cfu/ml ตามลำดับและตรวจพบเชื้อราจากวัตถุคิบัทั้งสองในปริมาณ 1.5×10^2 cfu/ml และ 2.7×10^2 cfu/ml ตามลำดับและเมื่อสุ่มนำโคโลนีที่สร้างสปอร์ของใบชาและน้ำตาลทรายไปตรวจสอบยืนยันสายพันธุ์ของแบคทีเรีย พบว่าเป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ *B. megaterium* ทั้งสิ้นเช่นเดียวกัน สำหรับราที่ตรวจพบจากวัตถุคิบัใบชา และ น้ำตาลนั้น เนื่องจากผลข้างต้นของการตรวจหาเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ตรวจไม่พบยีสต์และราในผลิตภัณฑ์หลังการให้ความร้อนเบื้องต้น แสดงว่า ความร้อนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตมีผลในการทำลายเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงไม่ได้วินิจฉัยสายพันธุ์ของราที่พบจากวัตถุคิบัทั้งสอง

การตรวจพบแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจาก ใบชาและน้ำตาลนี้ เป็นไปได้ที่เชื้อต่าง ๆ ดังกล่าวปนเปื้อนมากับวัตถุคิบัขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวและผลิต โดยแหล่งของการปนเปื้อนมาได้จากหลายทางเช่นการปนเปื้อนจากดินของธัญพืชในระหว่างการเก็บเกี่ยวก็ได้ หรือเกิดจากการใช้น้ำเสียไปรดในแปลงใบชาที่ปลูกไว้ ซึ่งเชื้อที่เหลืรอดในวัตถุคิบัที่มีลักษณะแห้งมักเป็นเชื้อในกลุ่มของเชื้อราในรูปของสปอร์ รวมถึงแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างสปอร์ เช่น *Bacillus* spp. และ *Clostridium* spp. เป็นต้น นอกจากนี้ขั้นตอนการผลิตวัตถุคิบัดังกล่าวไม่จ่าจะเป็นขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนการผลิต มีการปนเปื้อนของสปอร์ และแบคทีเรียเพิ่มขึ้นได้ ถ้าโรงงานที่ผลิตนั้นมี สุขาภิบาลหรือสุขลักษณะที่ไม่ดี (สุวิมล, 2546)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้

วัตถุดิบ	จุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์	จำนวนจุลินทรีย์
ใบชาเขียว (โคโลนีต่อกรัม)	จำนวนแบคทีเรียที่สร้างสปอร์	2.5×10^2
	รา	1.5×10^2
น้ำตาล (โคโลนีต่อกรัม)	จำนวนแบคทีเรียที่สร้างสปอร์	2.0×10^2
	รา	2.7×10^2
น้ำที่ใช้ (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด	0
	รา	0
	(MPN/100ml) โคลิฟอร์ม	<1.1

หมายเหตุ : ผลการทดลองดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้ง

ผลจากการตรวจพบวัตถุดิบที่สร้างสปอร์ในครั้งนี้ก็ตรงกับกรายงานของ Takatsuka and Kunimi (2000) ที่มีการพบแบคทีเรียจากใบชา คือ *Bacillus thuringiensis* ซึ่งจากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียชนิดนี้จะอยู่ทั่วไปตามสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น กับแมลง ในฟาร์ม ผุ่น ต้นสน ซึ่งตรงกับกรายงานที่เคยมีการรายงานมาแล้วว่าเคยพบตัว แบคทีเรียนี้ตามสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมทั่ว ๆ ไป และผู้ศึกษาท่านอื่น ๆ เคยพบสปอร์ที่ยังมีชีวิตของแบคทีเรียนี้ในดินทั่ว ๆ ไปอีกด้วย

ส่วนผลของน้ำตาลทรายที่ตรวจพบนั้นก็สอดคล้องกับการรายงานของพวงพร (2545) ที่รายงานว่าน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลผงนั้น ปกติจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำตาลทรายดิบและโมลาสมีอยู่ประมาณ $4.2 \times 10^2 - 6.8 \times 10^4$ เซลล์ต่อกรัม และ $1.0 \times 10^2 - 1.9 \times 10^5$ เซลล์ต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มที่สร้างสปอร์ที่ทนความร้อน ส่วนน้ำตาลทรายที่ขายตามท้องตลาดจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่เพียงประมาณ $2 \times 10^2 - 5 \times 10^2$ เซลล์ต่อกรัม เนื่องจากในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจะทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ (vegetative cell) ทั้งหมดรวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิด จะเหลือเฉพาะสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนความร้อนสูงเท่านั้น ดังนั้นหากในโรงงานผลิตน้ำตาลมีสุขาภิบาลไม่ดี หรือมีการผลิตน้ำตาลไม่ถูกสุขลักษณะ ประกอบกับสปอร์ของยีสต์และราที่มีอยู่แล้วในบริเวณโรงงานปนเปื้อนเข้ามาหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมย่อมเป็นเหตุให้สปอร์เหล่านี้งอกเจริญและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ก่อปัญหาต่ออุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ใช้น้ำตาลเป็นส่วนประกอบตามมา เช่น อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม และอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

สำหรับผลการตรวจน้ำที่ใช้ในการผลิต ไม่พบแบคทีเรีย ยีสต์ และรา เพราะเป็นน้ำประปาที่อยู่ในมาตรฐานน้ำดื่ม โดยการตรวจน้ำที่ใช้ในการผลิตขาเขียวพร้อมดื่มในทางจุลชีววิทยานั้น เป็นการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ แต่อย่างไรก็ตามน้ำที่ใช้ในการบริโภคไม่ควรมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่แม้แต่น้อย หรือถ้าหากตรวจพบได้ควรมีปริมาณไม่มากเกินไปกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จากการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำบริโภคที่ใช้ในการผลิตขาเขียวพร้อมดื่ม พบว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 0 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และไม่พบเชื้อยีสต์และรา จึงไม่เกินกำหนดที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าด้วยเรื่องมาตรฐานน้ำดื่มหรือน้ำบริโภค (มอก.257 เล่ม1-2521) กำหนดไว้ว่า

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Standard Plate Count) ที่ตรวจพบได้ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อมิลลิลิตร
- ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำบริโภค 100 มิลลิลิตร
- ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*
- ต้องไม่พบเชื้อรา

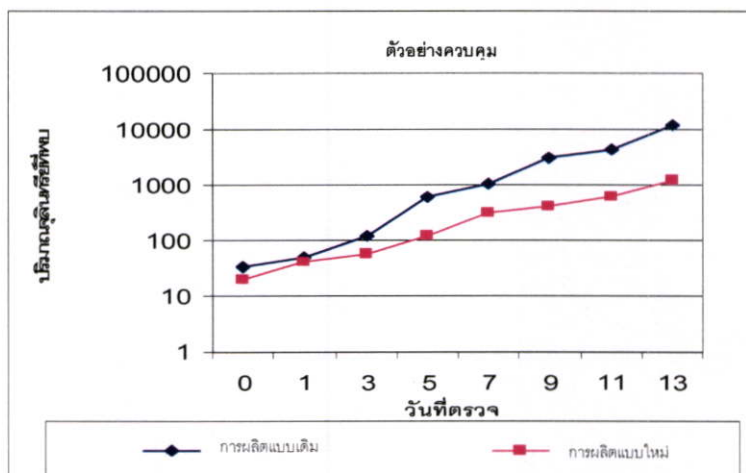
เมื่อนำเชื้อแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างสปอร์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์สุดท้าย วัตถุประสงค์บิโฆซา และน้ำตาลทราย ไปทำการตรวจยืนยันหาสายพันธุ์ของเชื้อที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เทียบ พบว่าเชื้อทั้งหมดที่พบที่พบในวัตถุประสงค์บิโฆซา น้ำตาลทราย และผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นตัวเดียวกันคือ *B. megaterium* ซึ่งเชื้อ *Bacillus* สายพันธุ์ดังกล่าวสามารถผลิตสปอร์ซึ่งทนความร้อนในการผลิตได้และจากการเก็บทำให้เก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสได้เป็นเวลา 5 วัน (วิลาวัณย์, 2537; วราวุฒิ, 2538)

4.3 ศึกษาปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตขาเขียวเพื่อลดจำนวน *B. megaterium* ที่เป็นปัญหาของผลิตภัณฑ์

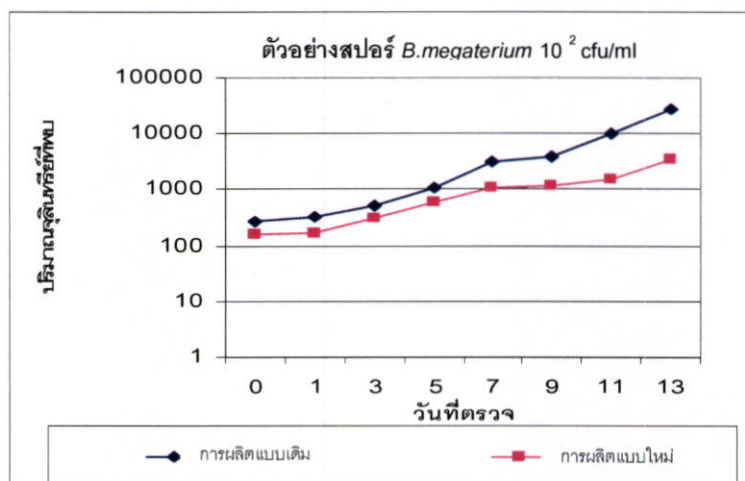
จากผลการศึกษาในข้อ 4.1 และ 4.2 ซึ่งพบว่าแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างสปอร์ทั้งหมดเป็น *B. megaterium* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถทนความร้อนได้ และอาจหลงเหลือในกระบวนการผลิตจากวัตถุประสงค์บิโฆซา จึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต ณ จุดที่เป็นปัญหาที่มีผลทำให้สปอร์ของ *B. megaterium* เหลือรอดในผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ให้ความร้อนในขณะผลิต ซึ่งมีการปิดไฟก่อนใส่วัตถุประสงค์บิโฆซา โดยหลังน้ำเดือดจะปิดไฟทิ้งไว้ 10 นาทีก่อนใส่บิโฆซา และตั้งทิ้งไว้อีก 10 นาที โดยไม่มีการให้ความร้อนเพิ่ม (ภาพที่ 3.1 ก) ซึ่งเป็นไปได้ที่อุณหภูมิที่น้ำเดือดลดลง จนอุณหภูมิน้ำดื่มไม่เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ที่ติดมากับวัตถุประสงค์บิโฆซาได้ ทำให้ *B. megaterium*

หลงเหลือในผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดการเจริญและผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียในที่สุด จึงทำการปรับการผลิดในจุดที่ให้ความร้อนเป็นอย่างดีต่อเนื่องหลังการใส่วัตถุดิบทั้งใบชาและน้ำตาลเป็นเวลา 10 นาที ซึ่งอาจมีระยะเวลาหนพอที่จะฆ่าสปอร์ของแบคทีเรียได้ (ภาพที่ 3.1 ข) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการผลิตทั้งสองรูปแบบในตัวอย่างที่ทำการเติมสปอร์ของเชื้อ *B. megaterium* ที่ระดับ 10^2 และ 10^3 cfu/ml เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่มีสปอร์ของเชื้อดังกล่าวจากวัตถุดิบโดยไม่ได้เติมเชื้อ *B. megaterium* เปรียบเทียบผลการทำลายเชื้อของการผลิตทั้งสองวิธี โดยทำการตรวจนับโคโลนีที่ขึ้นในผลิตภัณฑ์หลังการผลิตวันที่ 0 1 3 5 7 9 11 และ 13 (ภาพที่ 4.3) ผลปรากฏว่า ความร้อนที่ใช้ปรับปรุงการผลิตโดยไม่ปิดไฟหลังใส่วัตถุดิบ ใบชา น้ำตาล นั้นสามารถลดปริมาณ *B. megaterium* เริ่มต้นได้ในทุกระดับเชื้อที่เราทำการศึกษา ซึ่งส่งผลให้การเจริญของเชื้อดังกล่าวที่อุณหภูมิต่ำ เจริญช้าลงกว่าวิธีการผลิตเดิมที่ปิดไฟก่อนที่จะมีการใส่วัตถุดิบ เป็นผลทำให้อายุการเก็บยาวนานขึ้นกว่าวิธีการเดิม โดยวิธีการผลิตแบบเดิมในระดับตัวอย่างควบคุมที่มีเชื้อจากวัตถุดิบเอง (ก.) เกิดการเสื่อมเสียในวันที่ 5 ในขณะที่วิธีการผลิตแบบใหม่เกิดการเสื่อมเสียในวันที่ 9 และในระดับ (ข.) เพิ่มเชื้อ *B. megaterium* ที่สปอร์ได้จากผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นปริมาณ 10^2 cfu/ml เกิดการเสื่อมเสียในวันที่ 5 โดยที่วิธีการผลิตแบบใหม่เกิดการเสื่อมเสียในวันที่ 7 แต่ในระดับสุดท้าย คือเพิ่มเชื้อ *B. megaterium* ที่สปอร์ได้จากผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นปริมาณ 10^3 cfu/ml (ค.) เกิดการเสื่อมเสียขึ้นในวันที่ 5 โดยวิธีการผลิตแบบใหม่เสื่อมเสียในวันที่ 5 เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการผลิตแบบเดิมหรือวิธีการผลิตแบบใหม่ถ้ามีปริมาณเชื้อมากจะเสื่อมเสียเร็วกว่าการมีปริมาณเชื่อน้อย ดังนั้นยิ่งเชื่อน้อยในวิธีการผลิตแบบใหม่จะเห็นการเจริญของเชื้อลดลง และถ้าดูจากกราฟในวิธีการผลิตแบบเดิมจะเห็นว่าเชื้อจะเจริญเร็วกว่าการผลิตแบบใหม่ถึง 1 log cycle ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการทนความร้อนของเซลล์หรือสปอร์ (วิลาว์ณย์, 2537; วราวุฒิ, 2538) ได้แก่

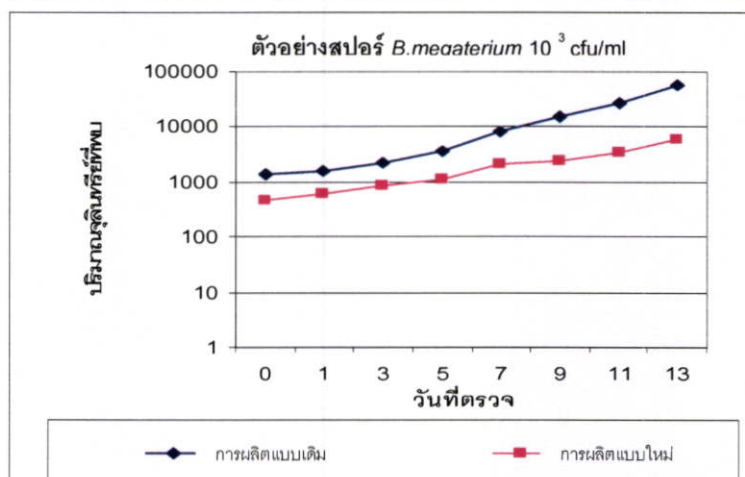
1. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายเซลล์หรือสปอร์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้จะลดน้อยลง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น
2. จำนวนประชากรเริ่มต้นของสปอร์ (หรือเซลล์) ถ้ามีจำนวนมาก ยิ่งต้องใช้ความร้อนในการทำลายสูงขึ้น
3. การเจริญของเซลล์และสปอร์ การเจริญของเซลล์หรือสปอร์ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันก่อนจะถูกนำมาทำลายนั้น มีผลต่ออัตราการทนความร้อน



(ก.)



(ข.)



(ค.)

ภาพที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบของกระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่ของชาเขียวพร้อมดื่มโดยมีเชื้อ *B. megaterium* ในระดับต่าง ๆ

(ก.) ตัวอย่างควบคุมที่มีเชื้อจากวัตถุดิบเอง

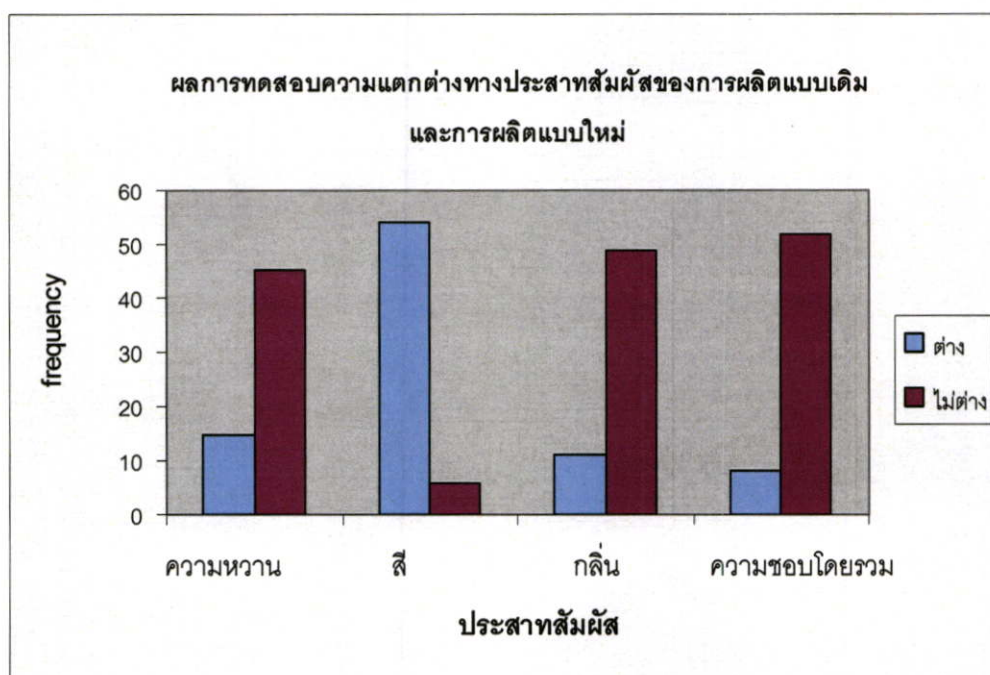
(ข.) เพิ่มเชื้อ *B. megaterium* ที่สปอร์ได้จากผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นปริมาณ 10^2 cfu/ml

(ค.) เพิ่มเชื้อ *B. megaterium* ที่สปอร์ได้จากผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นปริมาณ 10^3 cfu/ml

4.4 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกับการผลิตรูปแบบเดิม

เนื่องจากผลของข้อ 4.3 คือการผลิตแบบใหม่นั้นสามารถช่วยลดปริมาณแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้จริง จึงมีผลทำให้จำนวนอายุของผลิตภัณฑ์นานขึ้นกว่าการผลิตแบบเดิม ต่อมาจึงทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อดูการยอมรับได้จริงถ้าผลิตภัณฑ์ต้องออกวางจำหน่าย ซึ่งการทดสอบนี้ได้ใช้การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยการชิมแล้วให้แยกความแตกต่างทางด้าน ความหวาน สี กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการ ทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจง (T-test) แบบ t-test for independent samples (ล้วน, 2540) จากผู้ทดสอบจำนวน 60 คน ชิมในวันที่ 3 ของการผลิต (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสของชาเขียวพร้อมดื่มในกระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่



จากตารางจะเห็นว่าในเรื่องของความหวาน สี กลิ่น ความชอบโดยรวมนั้นผลที่ออกมาคือผู้ทดสอบให้ความแตกต่างกันในเรื่องของสีเพียงอย่างเดียว แสดงว่าเวลาในการต้มจะทำให้สีต่างไปจากการผลิตแบบเดิม แต่ถึงอย่างไรในเรื่องของความชอบโดยรวม ผู้บริโภคก็ให้คะแนนที่ไม่ต่างกันและระยะเวลาการให้ความร้อนที่นานขึ้นของการผลิตแบบใหม่ไม่ได้ทำให้ความหวาน หรือ กลิ่นเปลี่ยนไปจนผู้บริโภคให้ความชอบต่างจากการผลิตแบบเดิม

ต่างกันและระยะเวลาการให้ความร้อนที่นานขึ้นของการผลิตแบบใหม่ไม่ได้ทำให้ความหวาน หรือ กลิ่นเปลี่ยนไปจนผู้บริโภคให้ความชอบต่างจากการผลิตแบบเดิม

สีความเข้มของสีที่เข้มข้นของการผลิตแบบใหม่ที่แตกต่างจากการผลิตแบบเดิมนั้น เนื่องจากผลของแทนนิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของใบชา มีลักษณะเฉพาะตัว มีรสฝาด (astringent taste) และสามารถตกตะกอนได้ด้วยเจลาตินและสารอื่น ๆ บางชนิด เป็น สารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล (polyphenol) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดแกลลิก (gallic acid) และคาเทชิน (Catechins) ชื่อ "tannin" แทนนินของใบชาที่เก็บจากต้นใหม่ ๆ ประกอบด้วยสารประกอบ 6 ชนิดคือ Epigallocatechin gallate, Epigallocatechin, Epigallocatechin gallate, Epigallocatechin, Gallocatechin และ Catechin ในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามแหล่งที่ปลูกระหว่างการหมัก (fermentation) ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการผลิตชาจีนและชาฝรั่ง แทนนินจะถูกออกซิไดซ์โดย ออกซิเจนในอากาศ โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่อยู่ในใบชาเป็นตัวเร่งให้กลายเป็นเทอาฟลาวิน (theaflavins) ซึ่งมีผลต่อรส และเทอารูบิจิน (thearubigins) ซึ่งมีผลต่อสีของน้ำชา (กล้า, 2533) นอกจากนี้การศึกษาของอรพรรณ (2549) พบว่าอัตราส่วนระหว่างใบชาต่อน้ำและ เวลาที่ใช้ในการชงชาต่อปริมาณโพลีฟีนอลโดยรวม แทนนินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาเขียว พบว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการชงชาเขียวเพิ่มขึ้นจาก 80 องศาเซลเซียส เป็น 100 องศาเซลเซียส ทำให้ได้น้ำชาเขียวที่มีปริมาณโพลีฟีนอลโดยรวม แทนนินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นและสีน้ำชาเขียวเข้มขึ้นด้วย

เมื่อทำการทดสอบความชอบโดยรวมจากการให้คะแนนระหว่างผลิตภัณฑ์เดิม กับผลิตภัณฑ์ใหม่ จากผู้ทดสอบ 60 คนโดยใช้ 7 point Hedonic Scale นั้น พบว่าคะแนนของการผลิตแบบเดิมเป็น 5.33 ± 0.71 คะแนนของการผลิตแบบใหม่เป็น 5.27 ± 0.73 โดยใช้ ANOVA ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.4) ผลที่ได้ ปรากฏว่าผู้ทดสอบทั้ง 60 คนให้ความชอบโดยรวมกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นทั้งสองแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าความชอบของผู้บริโภคไม่ได้ดูเรื่องสีเพียงอย่างเดียว การตัดสินใจเลือกซื้อหรือความชอบทางด้านอื่น ๆ น่าจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ด้วย

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเรื่องความชอบโดยรวมของชาเขียวพร้อมดื่มในกระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่

ชนิดการผลิต	ผลการทดสอบด้านความชอบโดยรวม
การผลิตแบบเดิม	5.33 ± 0.71
การผลิตแบบใหม่	5.27 ± 0.73

Ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาถึง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมดื่มในเขตกรุงเทพฯ ฯ ในช่วงปี 2548 ของ เยาวรัตน์ (2548) โดยสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 200 ตัวอย่าง พบว่าอายุผู้บริโภคมีความสัมพันธ์ต่อการเลือกบริโภคชาเขียวพร้อมดื่ม โดยปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจบริโภคมากที่สุด คือ ความสะดวกในการซื้อ และการรับรู้ข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ดังนั้น พฤติกรรมการบริโภคชาเขียวจะเกิดจากแรงจูงใจ ที่คนคิดที่ดีต่อเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมดื่ม จึงควรให้ความสนใจในเรื่อง ช่องทางการจัดจำหน่ายและคุณภาพที่เหมาะสมกับราคา และคุณภาพที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

นอกจากนี้ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคชาเขียวพร้อมดื่มในจังหวัดเชียงใหม่ (เนติวุฒิ, 2548) ที่ทำขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตชาเขียวพร้อมดื่ม ในการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคและนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงนั้นพบว่า จากแบบสอบถาม 500 ราย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคชาเขียวที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 คือ ปัจจัยด้านราคา ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 คือ ยี่ห้อ โดยร้อยละ 40.05 นั้นจะบริโภคยี่ห้อเดิมเป็นประจำ ในขณะที่ชาเขียวพร้อมดื่มรสดั้งเดิมเป็นรสชาติที่ผู้บริโภคนิยมมากที่สุด คือ ร้อยละ 62.90

ดังนั้น จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตแบบใหม่ก็เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ไม่ต่างจากกระบวนการผลิตแบบเดิม และกระบวนการผลิตแบบใหม่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ และช่วยยืดอายุของผลิตภัณฑ์ได้นานกว่าเดิมถึง 4 วันอีกด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรีย, ยีสต์ ราและโคลิฟอร์ม ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์ชาเขียวโอชาอิ เริ่มมีการเสื่อมเสียในวันที่ 5 ของการผลิตโดยแช่ไว้ในความเย็น 4-8 องศาเซลเซียส โดยหลังการผลิตพบ 31 โคโลนีและมากที่สุดถึง 70×10^2 โคโลนีในวันที่ 9 ซึ่งเชื้อที่ตรวจพบเป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างสปอร์ เมื่อสุมนำเชื้อดังกล่าวไปตรวจยืนยันชนิดสายพันธุ์พบว่าเป็น *B. megaterium* ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มคือใบชา น้ำตาลทราย และ น้ำประปาที่ผลิต โดยพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในตัวอย่างใบชา น้ำตาลทรายคือ 2.5×10^2 cfu/ml , 2.0×10^2 cfu/ml ตามลำดับ ส่วนราพบปริมาณ 1.5×10^2 cfu/ml, 2.7×10^2 cfu/ml ตามลำดับ น้ำประปาที่ใช้ในการผลิตตรวจไม่พบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์และรา และเมื่อสุมนำโคโลนีของแบคทีเรียทั้งผลิตภัณฑ์สุดท้ายและจากวัตถุดิบไปตรวจยืนยันชนิดสายพันธุ์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์พบว่า แบคทีเรียที่ตรวจพบนั้นคือ *B. megaterium* เช่นเดียวกัน จึงได้ทำการปรับปรุงวิธีการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มของบริษัทขึ้นใหม่เพื่อหาวิธีลดจำนวนของ *B. megaterium* ซึ่งการผลิตแบบเดิมของโรงงานนั้นได้มีการต้มและปิดไฟทิ้งไว้ 10 นาทีก่อนใส่ใบชาและน้ำตาล จึงปรับเป็นการผลิตแบบใหม่คือให้ความร้อนทั้งหมดแก่ ใบชาและน้ำตาลแล้วทิ้งไว้ 10 นาทีจึงปิดไฟ ในการศึกษาเปรียบเทียบสองวิธีการใส่สปอร์ *B. megaterium* ที่ได้จากผลิตภัณฑ์สุดท้ายในปริมาณ 10^2 cfu/ml และ 10^3 cfu/ml เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติมสปอร์ *B. megaterium* ผลคือการผลิตแบบใหม่ช่วยลดปริมาณแบคทีเรียลงได้ในการทดสอบที่มีการปนเปื้อนของเชื้อทุกระดับ อันเป็นผลให้การเจริญของเชื้อในผลิตภัณฑ์เจริญช้ากว่าการผลิตแบบเดิม และการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนของสปอร์น้อยจะเกิดการเสื่อมเสียช้ากว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อเริ่มต้นที่สูงกว่า และเมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกับการผลิตรูปแบบเดิม ในด้าน ความหวาน สี กลิ่น และความชอบโดยรวมนั้น พบว่าผู้บริโภคให้ความแตกต่างกันในเรื่องของสิ่ง แต่ในด้านความหวาน กลิ่น ไม่พบความแตกต่างและเมื่อดูจากความชอบโดยรวมเปรียบเทียบระหว่างการผลิตแบบเดิมและการผลิตแบบใหม่แล้วผู้ทดสอบให้คะแนนเป็น 5.33 ± 0.71 และ 5.27 ± 0.73 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จึงเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตแบบใหม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและยังสามารถช่วยยืดอายุของผลิตภัณฑ์ ได้ยาวนานขึ้น

บรรณานุกรม

- กฤษณา ชูติมา. 2543. "สารเคมีในชา." วารสารราชบัณฑิตยสถาน 25(2) : 127-135.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2547. "ความสำคัญของ SMEs." อุตสาหกรรมสาร. (มกราคม – กุมภาพันธ์). หน้า 4 – 8.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชา. ฉบับที่ 196.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2546. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชา (ฉบับที่ 2). ฉบับที่ 277.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2524. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะที่บรรจุปิดสนิท. ฉบับที่ 62.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2547. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร. ฉบับที่ 281.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชาใบ (ชาจีน). มอก.460-2546
-----มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ชาใบม่อน). มผช.30/2546
- กล้า อิศราภิรมย์. 2533. "การศึกษาปริมาณแทนนินในใบชา." อาหาร. 20(3) : 173-180.
- กุลวดี ตระองพานิชย์. 2530. อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีการผลิตน้ำผักและน้ำผลไม้. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเทคโนโลยีการส่งออก สินค้าอุตสาหกรรม, 18-20 ก.ย. 2530. กรมเศรษฐกิจพาณิชย์. กรุงเทพฯ. น.5-10.
- กุลยา จันทร์อรุณ. 2541. การยืดอายุการเก็บผักสด. สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก
- ชินษฐา ตันทีจิตานนท์. 2548. "พฤติกรรมผู้บริโภคเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมดื่ม."
วิทยานิพนธ์ ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจบัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ.
- ชลิตา เลื่อมใสสุข. 2547. "การพัฒนากระบวนการผลิตกาแฟพร้อมดื่มบรรจุด้วยพลาสติก."
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาคเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปกร. กรุงเทพฯ.
- ชนิพรรณ บุตรยี่ และ จินตนา ศิริวราศัย. 2542. "ชาดำกับสุขภาพ:บทรวบรวมรายงานการวิจัย."
วารสารอาหาร. 29(3) : 157 - 166.
- ดาเรศ บันเทิงจิตร. 2547. ชาเขียว. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 52(164) : 10-14.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2546. จุลินทรีย์กับการใช้ความร้อน. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การกำหนดกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. ณ ห้องบำรุงเมือง ชั้น 4 โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ. 18น.
- นวรรตน์ จิระวงศ์ประภา. 2541. "การพัฒนาน้ำมะขามหวานพร้อมดื่ม." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 154.

- เนติวุฒิ หมิ่นพินิจ. 2548. " ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคชาเขียวในเขตอำเภอเมืองจังหวัด เชียงใหม่." สารนิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล. 2547. "ชาดำ ดีกับสุขภาพ." มติชนสุดสัปดาห์. 24(1238) : 92-93.
- บุษกร อุดรรักษาติ. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- บุษกร อุดรรักษาติ. 2546. จุลชีววิทยาทางอาหาร. : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- บุหพันธ์ พิทักษ์ผล และทัสนี สรสุชาติ. 2544. การถนอมอาหารในปัจจุบัน. ใน <http://ku.ac.th/e-magazine/february44/agri/food.html>
- พวงพร โชติทิโกกร. 2545. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 344น.
- พร้อมลักษณ์ สรรพอคำ. "กินเพื่อสุขภาพ." เดลินิวส์. (29 กรกฎาคม 2542). น.9.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2546. หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 232น.
- มณฑาทิพย์ อุณหลาด. 2538. น้ำผลไม้. ใน การฝึกอบรมหลักการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรให้แก่ ศูนย์ศึกษาแนวพระราชดำริ. 2546. โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหนังสือและโฮมเพจ: ชุด พัฒนาสังคมตามแนวพระราชดำริ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มนัสชนก สากิยะ. 2548. "การรอดชีวิตของแบคทีเรียโยเกิร์ตและแบคทีเรียโพรไบโอติกในโยเกิร์ต." ปริญญานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาสาขาวิชาโภชนาการ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- มณฑนา เกียรติพงษ์. 2546. ชา. กรุงเทพฯ:บริษัทดวงกมลเชียงใหม่ จำกัด. 77-78,87-88น.
- ไมตรี สุทธิจิตต์. 2543. "ชาเขียวและสุขภาพ", น.17. ใน การสัมมนาเรื่องเทคโนโลยีการผลิต ชา 7 กันยายน 2543. สถานีเกษตรหลวงปางดะ, เชียงใหม่.
- ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์. 2546. "ชา...เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ." ส่งเสริมการลงทุน. เมษายน. 42-46.
- เยาวรัตน์ เอ็นหนู. 2548. "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมดื่มในเขต- กรุงเทพมหานคร".สารนิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร: การถนอมอาหาร. ภาควิชา อุตสาหกรรม เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 284น.
- ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. 2540. สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- ลัดดาวัลย์ รัศมีทิตติ. 2536. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. ชลบุรี : สำนักพิมพ์มหาลัยบุรพา.
 วรา ลักษณ์ทอง. 2549. "ยังไม่หมดเวลาสำหรับชาเขียว." 2549. **ไฮ-คลาส**, 23,245.
 วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. **จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
 210 น.
 วิลาวรรณย์ เจริญจิระตระกูล. 2537. **การเน่าเสียของอาหารและการป้องกัน**. คณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 236น.
 วิไล รังสาดทอง. 2545. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล
 พับลิเคชั่น. 477 น.
 คันสนะ จิราวัลย์. 2544. **สมุนไพรเพื่อสุขภาพ** 1(10) : 29-40.
 ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. (2548). **อาหารเสริมสุขภาพปี'48 : ตลาดขยายตัวร้อยละ 11**. ค้นเมื่อ
 1 สิงหาคม 2548, จาก <http://www.positioningmag.com/prnews.html>
 ศูนย์ศึกษาแนวพระราชดำริ. 2546. **โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหนังสือและโฮมเพจ: ชุดพัฒนาสังคม
 ตามแนวพระราชดำริ**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
 สมบุญ รุจิขจร. 2547. "ชาเขียวถล่มชาเขียว อาบเลือดอัดเทรตซิงแซร์." **นิตยสารการตลาดโฟร์-
 พี**, 2 (23), 49-56.
 สมพล นิลเวศน์. 2543. **คุณประโยชน์ของชาเขียว**. กสิกร 73(2) : 163-165.
 สมเพียร จิรชัย. 2542. **หลักการแปรรูปและถนอมอาหาร**. โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิม
 พระเกียรติเนื่องในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนพรรษา 6 รอบ.
 เสรี คำวิลัยศักดิ์. 2548. "การศึกษาโครงสร้างตลาดและพฤติกรรมแข่งขันของอุตสาหกรรมชา
 เขียวพร้อมดื่มในประเทศไทย." **วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
 เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น**.
 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 257 เล่ม1-
 2521 น้ำบริโภค เล่ม1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ**. กรุงเทพฯ.
 สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2548. **รายงานสถานการณ์วิสาหกิจ
 ขนาดกลางและขนาดย่อม ปี 2548 และแนวโน้ม ปี 2549**. หน้า 4 – 22
 สุชาติา เขียวสะอาด. 2548. "การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการผลิต
 รักษาชอสยาคิโหริ." **ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาสาขาภิบาลอาหาร**. สถาบัน
 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
 สุกกาญจน์ พรหมจันทร์. 2548. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชอสชั้นจากสับปะรด**. ภาควิชาพัฒนา
 ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
 สันต์ ละอองศรี. 2544. "การสกัด EGCG จากใบชาเขียวต้านมะเร็ง ตอนจบ." **นิตยสารแม่ใจ**

ปริทัศน์ 2(2) : 15-16.

ฉัตร ละเอียดศรี. 2535. ชา. รั้วเขียว. กรุงเทพฯ.

สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ. 2546. การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการกำหนดกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. ณ ห้องบำรุงเมือง ชั้น 4 โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ. 10 น.

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

สุวิมล กิรติพิบูล. 2546. จุลินทรีย์กับการควบคุมสุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

อรพรรณ บุญวิธาเจริญ. 2549. "ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาพลาส-เจอร์ไรส์." ปรินญาณิพนธ์ปริญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอซีเนิลสัน .โพสท์ทูเดย์. วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2547

Brock, T.D. and Madigan, M.T. 1991. *Biology of microorganisms*. 6th ed. Prentice hall, New Jeesey, USA.

Conner, H.A. and Allgeier, R.J.1976. "Vinegar : Its history and development." *Adv. Appl. Microbiol.* 20 :81-133.

FDA (Food and Drug Administration). 1992. *Bacteriological Analytical Manual(BAM)*. 7th edition.AOAC International Arlington. VA.

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

Islam, K.Z. and Nandi, B. 1985. "Inhibition of some fungal pathogens of host phylloplane by *Bacillus megaterium*." *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Pflanzenpathologie and Pflanzenschutz*. 92:233-240

Leistner, L. and Gould, W.G. 2002. *Hurdle Technologies : Combination treatments for Food Stability,Safety and Quality*. New York :PlenumPublishers. P. 29-43.

Lou,Y. and Yousef,A.E. 1997. "Adaptation to sub lethal environmental stresses protects *Listeria monocytogenes* against lethal preservation factors." *Appl. Environ. Microbiol.* 63 : 1252 – 1255

Lueck, E. 1980. *Antimicrobial Food Additives : Charactristics, Uses, Effects*. New York : Springer-Verlag.

Man, C.M.D. and Jones, A.A. 1994. *Shelf life evaluation of foods*. 1st ed. Glasgow:

- Chapman&Hall. 321 p.
- Marin, S., Guynot, M.E., Neira,P.,Bernado´ , M., Sanchis,.V. and Ramos, A.J. 2002. "Risk assessment of the use of sub-optimallevels of wek-acid preservatives in the control of mould growth on b akery products." **International Journal of Food Microbiology**. 79 : 203-211
- Monk A. **Market Alternatives for Japanese Green Tea**. RIRDC Publication no.00/169, November 2000
- Piccozzi, M. 2544. **ชาเขียว อาหาร & สุขภาพ ปีที่13, ฉ. 89, 23-28.**
- Prescott, L.M., Harley, J.P. and Klein, D.A. 1993. **Microbiology**. 3rd ed. Wm. C. Brown Publishers.
- Rourke, J.O. 2004. **Microbiology Culture Collection of the School of Biotechnology and Biomolecular Science**. The University of New South Wales, New South Wales.
- Senji, S.;Kim, M.;Taniguchi, M.;Yamamoto, T. 1989. Antibacterial substances in Japanese green tes extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacteria. **Agric. Biol. Chem.** 53 pp 2307
- Sinskey,A.J.1980. **Mode of action and effective application : Development in Food preservative**. V.I.ed. London : Applied Science Publisher.
- Takayoshi Ishii, Jun Takatsuka, Madoka Nakai, Yasuhisa Kunimi. 2002. Growth Characteristics and Competitive Abilities of a Nucleopolyhedrovirus and an Entomopoxvirus in Larvae of the Smaller Tea Tortrix, *Adoxophyes honmai* (Lepidoptera: Tortricidae) . **Biological Control**, Volume 23, Issue 1, January, Pages 96-105
- Takeo, T. 1992. Green and semi- fermented teas, pp 413-414. **In Tea Clutivation to consumption**. Chapman & Hall, London.
- Wong, W.C and Hughes, I.K. 1986. "*Sclerotium cepivorum* Berk. In onion (*Allium cepa*) crops: isolation and characterization of bacteria antagonistic to the fungus in Queensland." **J. Appl. Bacteriol.** 60:57-60

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ภาคผนวก ก.

การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มในอาหาร โดยวิธี MPN (Most Probable Number) (FDA, 1992)

1.1 ปิเปต 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างอาหารที่เจือจางที่ระดับ 1:10, 1:100 และ 1:1000 ใส่ลงในแก้วที่มี Lauryl sulfate tryptose broth (LST) มีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ภายใน ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

1.2 นำหลอดดังกล่าวไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิตั้งที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-28 ชั่วโมง หลังจากบ่มครบ 24 ชั่วโมง ให้อ่านผลของหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ ถ้ายังไม่เกิดขึ้นให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง จึงนำมาอ่านผลอีกครั้งหนึ่ง สังเกตหลอดที่ขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส ให้อ่านผลเป็นบวก นำหลอดที่ให้ผลเป็นบวกไปทดสอบซ้ำยืนยันต่อไป

1.3 การตรวจซ้ำยืนยัน โดยเขย่าหลอดอาหารเหลว LST ที่ให้ผลบวก ใช้ห่วงเช็ยเชื้อถ่ายจำนวน 1 ห่วง (LOOP) ใส่ในอาหารเหลว brilliant green lactose bile broth (BGLB) มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ภายใน

1.4 บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นำผลไปตรวจ ถ้าอาหารขุ่น และเกิดแก๊สในหลอดดัก ให้อ่านผลเป็นบวกบันทึกหลอดที่ให้ผลเป็นบวกนำไปอ่านค่าจากตาราง MPN (ภาคผนวกที่ ง.1) จะได้ค่า MPN ของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จากตัวอย่างอาหาร 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร

2. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำมาเชื้อ โดยวิธี MPN (Most Probable Number) (FDA, 1992)

2.1 ปิเปต 10 , 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ตามลำดับของตัวอย่างน้ำ โดยตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วที่มี Lauryl sulfate tryptose broth (LSB) ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า มีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ภายในจำนวน 5 หลอด ส่วนตัวอย่างน้ำ 1 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในแก้วที่มี LSB ที่มีความเข้มข้น 1 เท่ามีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ภายในตัวอย่างละ 1 หลอด

2.2 ทำการทดลองเหมือนกับการทดลองตัวอย่างอาหารในข้อ 1.2 - 1.4 ทำการอ่าน

เทียบค่า MPN จากตาราง MPN (ภาคผนวกที่ ง. 2) จะได้ค่า MPN ของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จากตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร

3. การตรวจวิเคราะห์เชื้อ E.coli (FDA, 1992)

วิธีการตรวจวิเคราะห์ E.coli เป็นการทดลองต่อเนื่องจากการหาโคลิฟอร์ม ดังนี้

3.1 เขย่าหลอดเหลว LSB ที่ให้ผลเป็นบวก ใช้ห้วงเยื่อถ่ายเชื้อจำนวน 1 ห่วง ลงในอาหารเหลว EC broth ที่บรรจุหลอดดักก๊าซ

3.2 นำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 45.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3.3 สังเกตหลอดที่ขึ้นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านผลเป็นบวกนำไปอ่านจากตาราง MPN (ภาคผนวกที่ ง. 1 และ ง. 2 ตามชนิดของตัวอย่าง) จะได้ค่า MPN ของฟิคัลโคลิฟอร์ม

3.4 นำหลอดอาหารเหลว EC broth ที่ให้ผลเป็นบวกไปเขย่าให้เข้ากัน ใช้ห้วงเยื่อเชื้อจากหลอดดังกล่าว นำไป streak แยกเชื้อบนอาหารแข็ง eosin methylene blue (EMB Agar)

3.5 นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โคโลนีของ E.coli จะมีลักษณะ metallic sheen

3.6 จากนั้นนำโคโลนีที่สงสัย ซึ่งมีจุดดำตรงกลางนำไปทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไป

4. การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ E.coli (FDA, 1992)

การทดสอบ IMVIC test (Indole,MR,VP,Citrate)

4.1 ทดสอบ Indole โดยการถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptone broth แล้วบ่มไว้ที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม 0.2-0.3 มิลลิลิตร ของสารละลาย Kovac ถ้าให้ผลบวกจะปรากฏสีแดงที่ส่วนบนของ Tryptone broth

4.2 ทดสอบ methyl red และ acetoin (MR-VP) ถ่ายเชื้อในอาหาร MR-VP บ่มที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ใส่ในหลอดทดสอบ ดังนี้

4.2.1 สำหรับ MR ให้เติมสารละลาย methyl red 2-3 หยด ลงในสารละลายเชื้อประมาณ 3 มิลลิลิตร ผลบวกจะให้สีแดง

4.2.2 สำหรับ VP ให้ถ่ายเชื้อประมาณ 0.7 มิลลิลิตร ใส่ใน test tube

แล้วเติม 0.1 มิลลิลิตร ของ 5% α -naphthol และ aecohol 0.1% ของสารละลาย creatine KOH ลงไปผสมทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผลบวกจะให้สีชมพูแดง

4.2.3 ทดสอบ Citrate ถ้ายเชื้อใส่ในอาหาร simmon citrate agar แล้วบ่มเพาะเชื้อที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงผลบวกจะให้สีน้ำเงินให้ผล IMVIC test (Indole,MR,VP.Citrate) เป็น ++ -- หรือ - + --

5. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (A.O.A.C., 1990)

5.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เจือจางด้วยน้ำยาสำหรับเจือจาง คือ น้ำเกลือร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ที่ฆ่าเชื้อแล้ว

5.2 ปิเปต 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างอาหารที่เจือจางที่ระดับ 1:10, 1:100 และ 1:1000 ใส่ลงใน plate (แต่ละระดับที่เจือจาง ทำ 3 ซ้ำ)

5.3 เทอาหาร plate Count Agar (PCA) ที่หล่อหลอมอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ใส่จานเพาะเชื้อละ 10 -15 มิลลิลิตร หมุนจานผสมให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ให้เย็นแข็ง

5.4 กลับจานเพาะเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนี

6. ยีสต์และรา (Yeast and Mold)

6.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เจือจางด้วยน้ำยาสำหรับเจือจาง คือ น้ำเกลือร้อยละ 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ที่ฆ่าเชื้อแล้ว

6.2 ปิเปต 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างอาหารที่เจือจางที่ระดับ 1:10, 1:100 และ 1:1000 ใส่ลงใน plate (แต่ละระดับที่เจือจาง ทำ 3 ซ้ำ)

6.3 เทอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ปรับ PH เป็น 3.5 ด้วย 10% tartaric acid ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ใส่จานเพาะเชื้อละ 10 -15 มิลลิลิตร หมุนจานผสมให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ให้เย็นแข็ง

6.4 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 3-5 วัน นับจำนวนโคโลนี

ภาคผนวก ข.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ข.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543

เรื่อง ชา

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ชา อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 58 (พ.ศ.2524) เรื่อง ชา ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2524

ข้อ 2 ให้ชาเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ชาตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) ชา หมายความว่า ใบ ยอด และก้าน ที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล *Camellia* ที่ทำให้แห้งแล้ว

(2) ชาผงสำเร็จรูป (instant tea) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำของเหลว ซึ่งสกัดมาจากชาและนำมาทำให้เป็นผงกระจายตัวได้ง่ายเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มได้ทันที

(3) ชาปรุงสำเร็จ หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชาตาม (1) หรือ (2) มาปรุงแต่งรสในลักษณะพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้งให้ถือว่าเป็นชา ซึ่งต้องปฏิบัติตามประกาศฉบับนี้ด้วย

ข้อ 4 ชาตามข้อ 3(1) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก

(2) มีเถ้าทั้งหมด (total ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนักชาแห้ง

ทั้งหมด

น้ำหนักแห้ง

- (3) มีเถ้าที่ละลายน้ำได้ (water soluble ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 45 ของเถ้า
- (4) มีสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน (hot water extract) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 32 ของน้ำหนักแห้ง
- (5) มีกาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก
- (6) ไม่ใส่สี

ในกรณีที่มีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่น วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 5 ขาตามข้อ 3(2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- (1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก
- (2) มีเถ้าทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนักแห้งสำเร็จรูปแห้ง
- (3) มีกาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.0 ของน้ำหนัก เว้นแต่ชาผงสำเร็จรูปที่สกัดเอากาเฟอีนออกแล้ว ให้มีกาเฟอีนได้ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(4) ไม่ใส่สี

ในกรณีชาผงสำเร็จรูปมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 ขาตามข้อ 3(3) ชนิดเหลว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- (1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของชา
- (2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ
- (3) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพ หรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อชาปรงสำเร็จ 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

- (5) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*)
- (6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- (7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือ สารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ไม่มียีสต์และเชื้อรา

(9) ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินที่กำหนด ดังต่อไปนี้

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

(10) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้ น้ำตาลได้ โดยใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไข เพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีความมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) ให้ใช้วัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(11.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อชาปรงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(11.2) กรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดย คำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อชาปรงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (11.1) หรือ (11.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิดต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด

เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(12) ในกรณีขาปรุงสำเร็จมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสม ต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา

ข้อ 7 ขาปรุงสำเร็จชนิดแห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

(2) เมื่อละลายหรือผสมน้ำตามที่กำหนดไว้ในฉลากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน

ตามข้อ 6

ข้อ 8 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่า ด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 9 การใช้ภาชนะบรรจุขา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 10 การแสดงฉลากของขา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 11 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 58 (พ.ศ.2524) เรื่อง ขา ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2524 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าขาที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับ เลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 8 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลาก เดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 13 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวัน ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

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

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 277) พ.ศ.2546

เรื่อง ขา (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ขา 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 10 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่อง ขา ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

ข้อ 10 การแสดงฉลากของขา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลากและฉลากของขาปรุงสำเร็จพร้อมบริโภคชนิดเหลวตามข้อ 3(3) ต้องแสดงข้อความ "มีกาเฟอีน..... มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร" (ความที่เว้นไว้ให้แสดงปริมาณกาเฟอีน) ด้วยตัวอักษรสีเข้มเส้นทึบ ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ที่อ่านได้ชัดเจนอยู่ในกรอบพื้นสีขาว บริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า"

ข้อ 2 ให้ขาปรุงสำเร็จพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับซึ่งผลิตหรือนำเข้าภายในเก้าสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับให้ยังคงใช้ฉลากเดิมต่อไปได้

สำหรับขาปรุงสำเร็จพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ภาชนะบรรจุเป็นกล่องกระดาษเยื่อเยื่อที่ได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับซึ่งผลิตหรือนำเข้าภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ให้ยังคงใช้ฉลากเดิมต่อไปได้

ข้อ 3 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป
ประกาศ ณ วันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ.2546

(ลงชื่อ) สุदारัตน์ เกยุราพันธุ์

(นางสุदारัตน์ เกยุราพันธุ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ตอนพิเศษ 144 ง. ลงวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ.2546)

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 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย 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

ข้อ 2 ให้เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 3 เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) น้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย

(2) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมิกซ์คาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(3) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมิกซ์คาร์บอนไดออกไซด์ หรือออกซิเจน ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

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

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

ข้อ 4 เครื่องดื่มตามข้อ 2 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น

(2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนผสม

(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) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็น

อันตรายต่อสุขภาพ

(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) ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีความมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบและแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิต รวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช่เมทิลแอลกอฮอล์ 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) เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่มีความเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก ถ้าเป็นเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่เกิดจากพืชหรือผัก ให้มีความเข้มข้นได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

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

(4.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(4.2) กรดเบนโซอิก หรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) หรือ 3(3) ชนิดเข้มข้น เมื่อเจือจางแล้วมีวัตถุกันเสียได้ ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4) เครื่องดื่มตามข้อ 3(2) หรือ 3(3) ชนิดหนึ่งเมื่อละลายแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4) การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (4.1) หรือ (4.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 7 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 8 การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อเครื่องดื่มตามข้อ 3(2) ที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ทั้งชนิดเหลวหรือชนิดแห้งและ 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

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3(5) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องแสดงข้อความ

“เมื่อละลายแล้วมีน้ำ%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่มแล้ว

เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล ต้องแสดงข้อความว่า “ใช้ เป็นวัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อของวัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้) 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 122 ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 6 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันถัดจากวัน
ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

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

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544

เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหารพ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

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

“ข้อ 10 ประกาศฉบับนี้

(1) ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ.2524) เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 แก้ไขเพิ่มเติม

โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (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 แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข 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 เกษราพันธุ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

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

ภาคผนวก ค.
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค.
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

แบบประเมินประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่ม

รหัสการทดสอบ.....

ชื่อ.....

รหัสการทดสอบ.....

วันที่.....

คำแนะนำ

1. กรุณาชิมตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนตามความชอบต่าง ๆ ดังนี้

7 ชอบมากที่สุด

6 ชอบปานกลาง

5 ชอบเล็กน้อย

4 เฉย ๆ

3 ไม่ชอบเล็กน้อย

2 ไม่ชอบปานกลาง

1 ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสการทดสอบที่	ความหวาน	สี	กลิ่น	ความชอบ โดยรวม

2. ท่านคิดว่าตัวอย่างทั้งสองมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยถ้าแตกต่างกัน ต่างกันใน
เรื่องของอะไรบ้าง

ไม่ต่าง

แตกต่าง ในเรื่องของ

ความหวาน

สี

กลิ่น

ความชอบโดยรวม

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 1 การทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ในเรื่องความชอบโดยรวมของชาเขียวพร้อมดื่มในกระบวนการผลิตแบบเดิมและกระบวนการผลิตแบบใหม่

	tea	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
preferen	1.00	60	5.3333	.70511	.09103
	2.00	60	5.2667	.73338	.09468

Ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
preferen	Equal variances assumed	.046	.830	.508	118	.613	.06667	.13134	-.19342	.32676
	Equal variances not assumed			.508	117.818	.613	.06667	.13134	-.19343	.32676

ภาคผนวก จ.

การรายงานผลจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ภาคผนวก จ.

**การรายงานผลการตรวจแบคทีเรียจาก
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**

ตารางผนวกที่ 2 ผลคุณสมบัติทางชีวเคมีของ *B.megateruim* ที่ตรวจพบจากตัวอย่างชาเขียวพร้อมใบชาและน้ำตาลทราย จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Catalase/Oxidase	+/+
TS/H 2S	K/A/
SIM(H ₂ S/indole/motile)	-/-+
Simmon's citrate	+
Urease	+
Nitrate/N ₂ gas	-/
Esculin	+
VP	-
Gelatinase	+
Glucose/gas	+/
Mannitol	-
D-Xylose	-
Rhamnose	-
L-Arabinose	-
Trehalose	+
PYR/LAP	/
Serotype/Serogroup	/
Starch hydrolysis	+
Egg Yolk	+
Roplonete	-
Ano2	+

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาววรินยา วิทยานุกุลลักษณ์
วัน เดือน ปีเกิด	30 ตุลาคม 2518
ที่อยู่ปัจจุบัน	30/34 ม.พรวิภาปาร์ค พุทธมณฑล 3 ทวีวัฒนา กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง