

ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจากสารสกัดสมุนไพรซึ่งมีฤทธิ์
ต้านออกซิเดชัน

นางสาว น้อยหญิง พัฒนวัชรกุล
นางสาว ปรัชญาวดี สิงห์สา

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2549

FROZEN PRODUCT(S) FROM HERBAL
EXTRACT(S) WITH ANTIOXIDANT ACTIVITY

MISS NONGYING PATTANAWATCHARAKUL
MISS PRATYAWADEE SINGHSA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE BACHELOR DEGREE OF SCIENCE IN PHARMACY
FACULTY OF PHARMACY
MAHIDOL UNIVERSITY

โครงการพิเศษ
เรื่อง ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจากสารสกัดสมุนไพรซึ่งมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

ลายเซ็น

.....

(นางสาวน้องหญิง พัฒนวัชรกุล)

ลายเซ็น

.....

(นางสาวปรัชญาวดี สิงห์สา)

ลายเซ็น

.....

(รศ.วิมล ศรีสุข)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลายเซ็น

.....

(ศ.ดร.นันทวัน บุญยะประภัศร)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ลายเซ็น

.....

(ผศ.วัลลา ตังรักษาสัตย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ลายเซ็น

.....

(รศ.ดร.วราภรณ์ จรรยาประเสริฐ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ลายเซ็น

.....

(รศ.อารมณีย์ พงษ์พันธุ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจากสารสกัดสมุนไพรซึ่งมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

น้องหญิง พัฒนวัชรกุล , ปรัชญาวดี สิงห์สา

อาจารย์ที่ปรึกษา : วิมล ศรีสุข * , นันทวัน บุญยะประภัศร ** , วัลลา ตังวณิชสาส์ตย์ * ,
วารภรณ์ จรรยาประเสริฐ *** , อารมณี พงษ์พันธุ์ ****

*ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

**ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

***ภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

****ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์แช่แข็ง, ต้านออกซิเดชัน, มะตูม

ในปัจจุบันนี้ เป็นที่ทราบกันดีว่าอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุหนึ่งของความเจ็บป่วยต่างๆ เช่น โรคมะเร็งและการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย วิธีป้องกันหรือกำจัดอนุมูลอิสระเหล่านี้วิธีหนึ่งคือ การรับประทานอาหารหรือสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน มะตูมเป็นสมุนไพรที่นิยมนำมาทำเป็นน้ำสมุนไพรเพื่อใช้ดื่ม แต่ยังไม่มีการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันอย่างจริงจัง จึงได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของมะตูม โดยใช้วิธีการศึกษาความคงตัวของอนุมูลอิสระ Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) โดยใช้ Vitamin E analog (Trolox) เป็นสารมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 96 well microlitre plate assay พบว่าสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมซึ่งสกัดด้วยน้ำปริมาณ 1 มล. มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเทียบเท่ากับ Trolox 2.82 มก. หลังจากนั้นนำสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมที่ได้มาพัฒนาเป็นไอศกรีมมะตูม 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 และ 2 ไอศกรีมมะตูมซึ่งประกอบด้วยสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมร้อยละ 6 และ 10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก ตามลำดับ และสูตรที่ 3 คือ ไอศกรีมเยลลี่มะตูมซึ่งมีปริมาณสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมร้อยละ 15 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก สำหรับส่วนประกอบอื่นในทั้ง 3 สูตรประกอบด้วย whipping cream ร้อยละ 15.4, นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย ร้อยละ 56.7, น้ำ ร้อยละ 24.3, น้ำตาล ร้อยละ 8.7, เจลาติน ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก เมื่อทำการประเมินการยอมรับของไอศกรีมด้วยประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale โดยผู้ประเมิน จำนวน 50 คน พบว่าได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ย 6.26, 6.58 (“ชอบน้อย” ถึง “ชอบปานกลาง”) และ 7.44 (“ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) ตามลำดับ โดยไอศกรีมสูตรเยลลี่มะตูมได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งแตกต่างจากอีก 2 สูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Abstract

Frozen product(s) from herbal extract(s) with antioxidant activity

Nongying Pattanawatcharakul , Pratyawadee Singhsa

Project advisor: Vimol Srikukh * , Nuntavan Bunyapraphatsara ** , Walla Tungrugsasut * ,

Varaporn Junyaprasert *** , Arome Pongpan ****

*Department of Food Chemistry , Faculty of Pharmacy , Mahidol University

**Department of Pharmacognosy , Faculty of Pharmacy , Mahidol University

***Department of Pharmacy , Faculty of Pharmacy , Mahidol University

****Department of Microbiology , Faculty of Pharmacy , Mahidol University

Keyword: frozen product , antioxidant activity , Bengal quince

At present, it is widely-known that free radicals are the causes of illness such as cancers and cell damages. One method of protection from free radical or free radical scavenging is the consumption of antioxidant-containing foods or herbs. Bengal quince beverage from fruits is popular but its antioxidant activity has not been studied thoroughly. The study of bengal quince's antioxidant activity, by determining the stability of free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH), was carried out and Vitamin E analog (Trolox) was used as standard for the comparison of the antioxidant activities. It was found that 1 ml. of concentrated bengal quince extract possessed the antioxidant activity equivalent to 2.82 mg. of Trolox. The concentrated bengal quince extract was developed into 3 formulae of bengal quince ice cream. Formulae 1 and 2 were bengal quince ice cream containing concentrated bengal quince extract at 6 %v/w and 10%v/w, respectively, and Formula 3 was bengal quince jelly ice cream containing concentrated bengal quince extract at 15 %v/w. Other base ingredients were whipping cream (15.4 %w/w), non-fat pasteurized milk (56.7 %w/w), water (24.3 %w/w), sugar (8.7 %w/w) and gelatin (0.5 %w/w). Sensory evaluation was carried out using 9 – point Hedonic scale method among 50 panelists. The mean hedonic scores of Formulae 1-3 were 6.26, 6.58 (“like slightly” to “like moderately”) and 7.44 (“like moderately” to “like very much”), respectively. The bengal quince jelly ice cream obtained the highest mean score and was significantly different from other formulae ($p < 0.05$).

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมายได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำ
อย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รศ.วิมล ศรีสุข และ ผศ.วัลลา ตั้งรักษาสัตย์ ภาควิชา
อาหารเคมี ศ.นันทวัน บุญยะประภัศร ภาควิชาเภสัชวินิฉัย รศ.วราภรณ์ จรรยาประเสริฐ
ภาควิชาเภสัชกรรม และ รศ.อารมณี พงษ์พันธุ์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษา ทั้งในด้านการค้นคว้าข้อมูล การทดลอง
และการประเมินผลการวิจัย และได้สละเวลามาแนะนำในการแก้ไขปัญหาในการทดลอง
ตลอดจนเรียบเรียงข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของรายงานฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชา
อาหารเคมี และนักวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะเภสัชศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล และอาสาสมัครผู้ประเมินผลิตภัณฑ์ทุกท่านในการวิจัยครั้งนี้ จึงขอกราบ
ขอบพระคุณและขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือมา ณ โอกาสนี้

น้องหญิง พัฒนวัชรกุล

ปรัชญาวดี สิงห์สา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
สัญลักษณ์และคำย่อ	ช
บทนำ	1
ทบทวนวรรณกรรม	2
วัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการวิจัย	31
ผลการวิจัย	38
วิจารณ์ผลการวิจัย	49
สรุปผลการวิจัย	53
ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก	57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะและชนิดของน้ำตาล หรือสารให้ความหวานที่นิยมใช้ในไอศกรีม	24
2	สารให้ความคงตัวที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไอศกรีม	27
3	สูตรไอศกรีมพื้นฐาน	34
4	สูตรเยลลี่มะตูมของการเตรียมเยลลี่มะตูมวิธีที่ 1	36
5	สูตรเยลลี่มะตูมของการเตรียมเยลลี่มะตูมวิธีที่ 2	36
6	ลักษณะของไอศกรีมพื้นฐานสูตรต่างๆ	40
7	ลักษณะของเยลลี่มะตูมสูตรต่างๆ ที่เตรียมโดยวิธีที่ 1 เมื่อเติมลงในไอศกรีมพื้นฐาน สูตร D	41
8	ลักษณะของเยลลี่มะตูมสูตรต่างๆ ที่เตรียมโดยวิธีที่ 2 เมื่อเติมลงในไอศกรีมพื้นฐานสูตร D	42
9	คุณลักษณะสี	44
10	คุณลักษณะกลิ่น	44
11	คุณลักษณะเนื้อไอศกรีม	45
12	คุณลักษณะรสหวาน	45
13	คุณลักษณะรสมัน	46
14	คุณลักษณะรสขม	46
15	คุณลักษณะการละลาย	47
16	คุณลักษณะของเยลลี่มะตูมในไอศกรีม No.955	47
17	ผลการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์	48

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กลไกการเกิด cell damage จาก oxidative stress	6
2	สูตรโครงสร้างของ วิตามินอี และ Trolox	11
3	free radical และ non-radical ของ Diphenylpicrylhydrazine (DPPH)	12
4	ผลมะตูมสด และผลมะตูมหั่นแว่นแห้ง	15
5	กราฟ Antioxidant activity ของ สารมาตรฐาน (Trolox)	39
6	กราฟแสดง Antioxidant activity ของสารสกัดมะตูม	40
7	ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1, 2 และไอศกรีมเยลลี่มะตูม	42

สัญลักษณ์ และ คำย่อ

มก.	=	มิลลิกรัม
มคก.	=	ไมโครกรัม
มคล.	=	ไมโครลิตร
มล.	=	มิลลิลิตร
°๗	=	องศาเซลเซียส
%	=	ปริมาณร้อยละ
% v/v	=	ปริมาณร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร
% v/w	=	ปริมาณร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนัก
% w/v	=	ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร
% w/w	=	ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก
A_c	=	ค่าดูดกลืนแสงของสาร
A_o	=	ค่าดูดกลืนแสงของ blank
No.	=	หมายเลข
R^2	=	coefficient of determination

บทนำ

ทฤษฎีที่ว่าด้วยความเป็นพิษของออกซิเจนทำให้เกิดความรู้ใหม่เกี่ยวกับ การกำเนิดของโรคภัยไข้เจ็บและการป้องกัน แม้ว่าออกซิเจนจะเป็นประโยชน์กับสิ่งมีชีวิต แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ได้พบว่าอนุมูลอิสระที่เกิดจากออกซิเจนมีความเกี่ยวข้องกับโรคเรื้อรังต่างๆ ออกซิเจนซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์เหล่านี้ เรียกว่า oxidant เป็นของเสียที่ได้จากกระบวนการ metabolism ทั่วๆไป หรืออาจจะได้มาจากสิ่งแวดล้อม เข้าทำลายโมเลกุลชีวภาพ เช่น DNA โปรตีน และไขมัน ดังนั้นเราจึงต้องการ antioxidant ช่วยในการปกป้องเซลล์ในร่างกายและยืดอายุของเซลล์ อาหารและสมุนไพรหลายชนิดมีรายงานว่ามียุทธวิธีเป็น antioxidant ที่ดี

จึงได้ทำการค้นคว้าว่าสมุนไพรชนิดใดมียุทธวิธี antioxidant เพื่อทำการทดลองความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ตัวอย่างของสมุนไพรที่น่าสนใจ คือ มะตูม เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่นิยมทำเป็นน้ำสมุนไพรเพื่อใช้ดื่ม เมื่อทำการทดลองโดยใช้วิธีการศึกษาความคงตัวของอนุมูลอิสระ Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) โดยใช้ Vitamin E analog (Trolox) เป็นมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นด้วยวิธี 96 well microlitre plate assay พบว่าสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมมียุทธวิธีต้านอนุมูลอิสระเป็นที่น่าพอใจ จึงนำที่จะนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบอาหารที่ง่ายต่อการรับประทาน

เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตเขตร้อน มีภูมิอากาศที่ร้อนชื้น อาหารที่เหมาะสมในการรับประทานเป็นอาหารว่าง จึงควรมีลักษณะหวานและเย็น เพื่อให้ความรู้สึกรสดชื่นหลังรับประทาน ดังนั้นจึงพัฒนาให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น ไอศกรีม เซอร์เบท เป็นต้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจะช่วยคงสภาพสารสำคัญไม่ให้ถูกทำลายไป

บทบาทของอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (free radical, reaction oxygen species: ROS)^(1,2)

อนุมูลอิสระ (free radical, reactive oxygen species :ROS) เช่น $O^{\circ-}$ (superoxide radical), H_2O_2 (hydrogen peroxide), HO° (hydroxyl radical), O_2° (singlet oxygen), $ROOH$ (alkylhydroperoxide), ROO° (alkylperoxyl radical), RO° (alkoxyl radical), ClO^- (hypochlorite ion), $Fe^{4+}O$ (ferryl ion), $Fe^{5+}O$ (periferryl ion) และ NO^- (nitric oxide) อนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดจากปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกายซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) จะเกิดต่อเนื่องไปจนกระทั่งถูกหยุดด้วยสารต้านออกซิเดชั่น (antioxidant) การศึกษาปฏิกิริยาดังกล่าว ส่วนใหญ่จะทำการศึกษาจากการเกิด lipid peroxidation อันเชื่อว่าเป็นสาเหตุสำคัญจากการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) และเกิดความเสียหายต่อเซลล์อื่นตามมา โดยที่อนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลหรืออะตอมที่มีอิเล็กตรอนซึ่งไม่มีคู่อิเล็กตรอนหนึ่งหรือมากกว่าอยู่ในโมเลกุลหรืออะตอม ทำให้มีสภาพไม่เสถียร (unstable) และสามารถเข้าทำปฏิกิริยา (reactive) ได้ซึ่งจะเปลี่ยนจากอนุมูลไม่อิสระ (unstable) ไปเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) เช่น อนุมูลจะมีการสูญเสียหรือได้รับอิเล็กตรอนไป 1 ตัว ดังปฏิกิริยา $X \text{ (non-radical)} \longrightarrow e^- + X^{\circ}$ (free radical) ; $Y \text{ (non-radical)} + e^- \longrightarrow Y^{\circ}$ (free radical)

1. แหล่งกำเนิดของ Free Radical อนุมูลอิสระเกิดขึ้นเองภายในร่างกาย และรับจากภายนอกได้

1.1 อนุมูลอิสระสามารถสร้างมาจากปฏิกิริยาปกติภายในเซลล์ (endogenous source) มากมาย ได้แก่

- Mitochondrial electron transport chain
- Microsomal electron transport chain
- ระบบ enzyme ที่เป็น oxidant enzyme เช่น xanthine oxidase cyclooxygenase monoamine oxidase

- การทำงานของ phagocytic cell เช่น neutrophil, macrophage ซึ่งจะทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายโดยเกิด respiratory burst มีการหลั่งอนุมูลอิสระ และ hydrogen peroxide (H_2O_2) สู่บริเวณนั้น

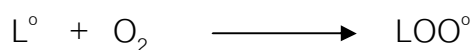
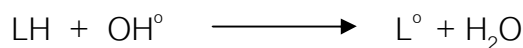
- ผลจากการส่งสัญญาณให้เกิดกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมในรูปของการอักเสบ (inflammation)

1.2 อนุมูลอิสระจากภายนอก (exogenous source) ได้แก่

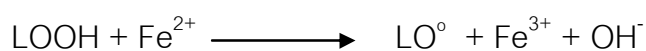
- Redox-cyclin substance (paraquat, alloxan และ diquat)
- Drug oxidation (paracetamol, CCl_4)
- คิวโนห์
- รังสี และแสงแดด

2. พยาธิสภาพและโรคที่เกิดจาก free radical

2.1 ผลต่อ lipid hydroxyl radical (HO°) สามารถทำลาย polyunsaturated fatty acid (LH) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระโดยเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation



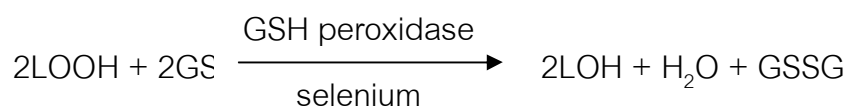
ถ้ามีเหล็กอยู่ด้วยจะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อ



จากปฏิกิริยานี้จะทำให้เซลล์ไม่สามารถสร้าง

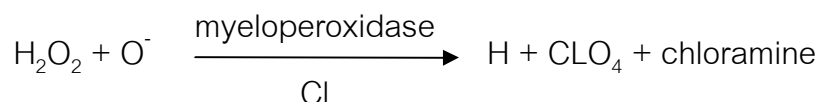
- NADH (reduce form ของ nicotinamide adeninedinucleotide)
 - GSH (reduce glutathione)
 - ATP ทำให้ Ca^{2+} permeability มากขึ้นเกิด acute lethal injury
- กลไกการป้องกันของร่างกายจะอาศัย glutathione peroxidase และ

selenium เพื่อ reduce peroxidized fatty acid



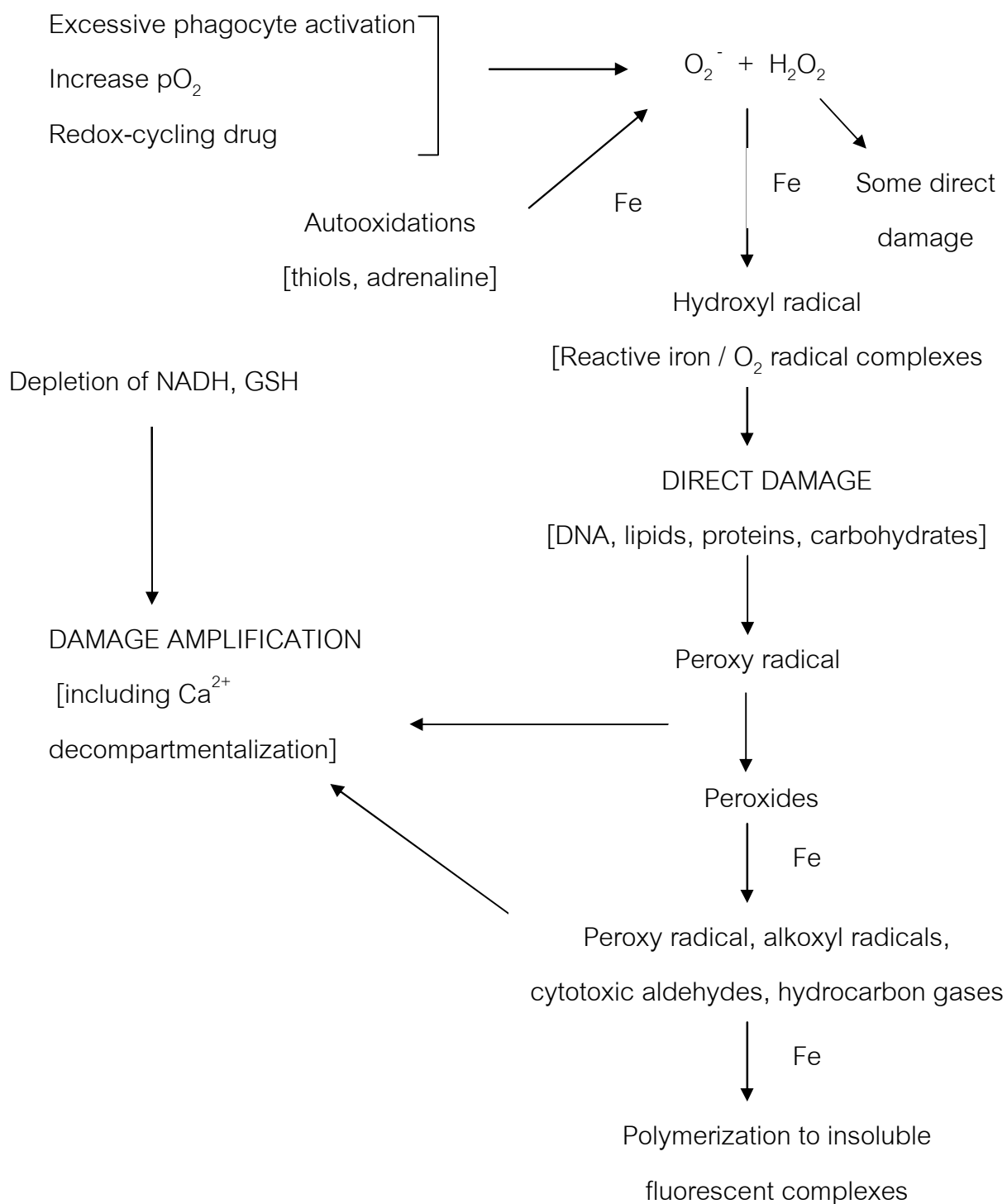
2.2 ผลต่อ low density lipoprotein (LDL) โดยปกติไขมันในกระแสเลือดถูกนำไปสู่เซลล์ที่ต้องการใช้ในรูปของ lipoprotein lipoprotein ที่นำโคเลสเตอรอลไปให้เซลล์ใช้คือ LDL LDL ที่จะจับกับ LDL-receptor แล้วเข้าสู่เซลล์แบบ endocytosis แต่ในกรณีของ foam cell เซลล์เหล่านี้คือ macrophage ซึ่งไม่มี LDL-receptor จะไม่สามารถนำ LDL เข้าเซลล์ได้ แต่จะมี modified-LDL-receptor ดังนั้นเมื่อ LDL ถูก oxygen free radical เปลี่ยนให้กลายเป็น oxidized-LDL particle จะสามารถผ่านเข้าเซลล์ของ macrophage ได้ทาง modified-LDL-receptor และสลายตัวเป็นโคเลสเตอรอลสะสมอยู่ภายในเซลล์ของ macrophage ที่ชุมนุมอยู่บริเวณผนัง foam cell ซึ่งปรากฏการณ์นี้คล้ายกับกระบวนการอักเสบที่เกิดขึ้นในร่างกาย ผลคือ มี foam cell จำนวนมากสะสมอยู่ที่ผนังหลอดเลือด ทำให้ผนังหลอดเลือดหนาขึ้น เลือดไหลผ่านได้ไม่สะดวก และเมื่ออาการรุนแรงมากก็จะเกิดการอุดตันของหลอดเลือดได้ นั่นคือ oxygen radical มีบทบาทในการเกิด atherosclerosis ด้วย

2.3 ผลต่อโปรตีน แบคทีเรียทำให้เกิด polymorphonuclear cell (PMN) จำนวนมาก และจะสร้าง cytotoxic oxygen species (O_2^- , H_2O_2) และปล่อย chloride, myeloperoxidase ซึ่งช่วยในการสร้าง stable oxidant เช่น $HClO_4$, chloramine ซึ่งจะมีพิษมาก



2.4 ผลต่อ DNA อนุมูลอิสระสามารถจับกับ DNA เกิดกระบวนการ rearrangement ของ codon และการ translocation ของ specific gene segment ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ DNA ที่สร้างใหม่มีคุณสมบัติแตกต่างจากของเซลล์ปกติ อาจเกิด rearrangement ของ codon และ translocation ของ specific gene segment ผลต่างๆ เหล่านี้จะนำไปสู่การสร้างเซลล์ลักษณะผิดปกติในระยะเริ่มต้น หากภาวะดังกล่าวเกิดในบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว โอกาสที่เซลล์ผิดปกติเหล่านั้นจะเจริญเป็นก้อนมะเร็งย่อมมีมาก อย่างไรก็ตามร่างกายมีกลไกควบคุมการเจริญเติบโตด้วย gap junction ฉะนั้นเซลล์ผิดปกติจะไม่สามารถแบ่งตัวได้มากมายนัก นอกจากได้รับสารเคมีบางอย่างที่ทำลาย gap junction นี้ จึงจะเจริญจนกลายเป็นเนื้องอกหรือมะเร็งได้

2.5 ผลต่อการอักเสบ เมื่อ polymorphonuclear cell (PMN) ถูกกระตุ้นด้วยสาร ซึ่งรวมถึง immune complex และ activating complement จะตอบสนองโดยสร้าง cytotoxic oxygen species คือ superoxide radical และ hydrogen peroxide ขณะเดียวกัน activate PMN ก็จะไปปล่อย chloramine, chloride และ myeloperoxidase ออกมาด้วย ทำให้ hydrogen peroxide ถูกเปลี่ยนเป็น hypochlorous acid ซึ่งเป็น oxidant ที่มีฤทธิ์แรงมาก ทั้ง hypochlorous acid, chloramine และ stable oxidant ที่มีส่วนร่วมในการทำให้เกิดการอักเสบและการทำลายของ microcirculatory endothelium ด้วย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ อาการข้อกระดูกอักเสบที่เกิดจาก immune complex เชื้อแบคทีเรีย ผลึก calcium oxalate สิ่งต่างๆ เหล่านี้กระตุ้น PMN ให้สร้างอนุมูลอิสระที่ปล่อยออกมานี้มีผลทำลาย hyaluronic acid ที่ข้อกระดูก, collagen และ elastin นอกจากนี้ oxygen radical ยังสามารถทำลายฤทธิ์ของ protease inhibitor และ activate collagenase เป็นผลให้การทำลายเนื้อเยื่อมีระดับรุนแรงมากขึ้น



รูปที่ 1 กลไกการเกิด cell damage จาก oxidative stress⁽²⁾

อาการหรือโรคที่อาจสามารถใช้ antioxidant ช่วยเสริมในการรักษา ได้แก่^(3,4)

1. Immunomodulator

ระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง อาจจะถูกแก้ไขได้โดยการให้สารจำพวก antioxidant ร่างกายสามารถต่อสู้กับสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย และซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายไปโดยใช้ระบบ antioxidant ภูมิคุ้มกันรวมถึง antibody และการควบคุมสภาวะ redox อย่างไรก็ดี กระบวนการคุ้มกันเหล่านี้ อาจจะถูกทำให้หมดไป ลดน้อยลงหรือบกพร่อง ทำให้เซลล์ติดเชื้อและตาย ดังนั้นร่างกายจึงต้องการบางสิ่งที่จะช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน เช่น การกระตุ้นการทำงานของ macrophage การเพิ่มระดับของ gamma-interferon ซึ่งจะช่วยควบคุมการติดเชื้อด้วยไวรัส กระตุ้น natural killer cell ซึ่งสามารถทำลายเซลล์เนื้องอก และควบคุมการติดเชื้อโดยไวรัส กระตุ้นการทำงานของ superoxide dismutase และ glutathione peroxidase

Antioxidant ที่ดีสามารถจับโมเลกุลของโลหะ เช่น ทองแดงและเหล็กได้ จึงสามารถลดการเกิดอนุมูลอิสระโดยโลหะเหล่านี้ การทดลองสามารถทำได้โดยเติม platinum based chemotherapeutic agent ลงใน tumor cell culture และใส่สารซึ่งเป็น antioxidant ถ้ามีคุณสมบัติดีก็จะสามารถลดพิษโลหะเหล่านี้ได้ สารจากธรรมชาติที่ทำหน้าที่เป็น chelating agent เช่น oligosaccharide และ polysaccharide , amino acid เช่น cysteine oligopeptide รวมทั้ง flavonoid

ในการทดลอง double blind, randomized, case control ในรัสเซีย กับคนงาน 45 คน ซึ่งป่วยด้วยการเป็นพิษเรื้อรังจากตะกั่ว เนื่องจากต้องทำงานนับสิบปี เกี่ยวกับวิทยุ การทำเหมือง การพิมพ์ พนักงานทำความสะอาด พบว่าหลังจากที่ได้รับ antioxidant เป็นเวลา 4 อาทิตย์ ทำให้ระดับตะกั่วในเลือดเพิ่มขึ้นตามขนาดที่ให้ แสดงว่า antioxidant นั้นสามารถปลดปล่อยตะกั่วที่เก็บไว้ในกระดูกได้จริง

2. อาการเสื่อมของสมอง

โมเลกุลออกซิเจน ซึ่งไวต่อปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสมองทำให้เกิดโรคลมชัก stroke trauma การขาดเลือดและความชรา และเป็นตัวทำให้เกิด membrane peroxidation ประมาณ 1% ของออกซิเจน ซึ่งถูกใช้โดย mitochondria จะถูกเปลี่ยนเป็นอนุมูล superoxide เอ็นไซม์ในสมองหลายชนิด เช่น monoamine oxidase , tyrosine hydroxylase และ L-amino

oxidase จะผลิต hydrogen peroxide ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเหล็กทำให้เกิดเป็นอนุมูล hydroxyl ซึ่งไวต่อปฏิกิริยา และมีความเป็นพิษมากกว่า ทั้งอนุมูล hydroxyl และ hydrogen peroxide เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ทำให้เกิดโรคของระบบประสาทส่วนกลาง ในสมองจะมีบริเวณอยู่หลายบริเวณที่มีความเข้มข้นของเหล็กสูง การทำงานที่ผิดปกติไปของเหล็กทำให้เกิดโรคในสมอง รวมทั้ง Parkinson's disease ,Schizophrenia และ Alzheimer's disease เซลล์สมองจะไวต่อการถูกทำลายด้วยอนุมูลอิสระ เพราะว่าเยื่อหุ้มเซลล์สมองมีส่วนประกอบของ polyunsaturated fatty acid เป็นจำนวนมาก สมองใช้เศษหนึ่งส่วนห้าของออกซิเจนที่ร่างกายต้องการ เซลล์สมองไม่เหมือนกับอวัยวะอื่นๆ ในร่างกาย ไม่สามารถฟื้นคืนได้อีก ในความเป็นจริงแล้วสมองเราจะหดเล็กลงเมื่อเราโตขึ้น และขบวนการป้องกันโดย antioxidant เช่น catalase ,vitamin E ,ubiquinol ,vitamin C, glutathione peroxidase และ monoamine ก็หมดไป พร้อมกับอายุที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องการ antioxidant เพิ่มเติม สาร antioxidant ที่ดีจะป้องกันบริเวณต่างๆ ของสมองให้ปลอดภัยจากปฏิกิริยา oxidation อันเนื่องมาจาก oxidative stress antioxidant ที่ดีก็ควรจะทำให้สภาวะทางด้านประสาท ทางด้านจิต และร่างกายดีขึ้น เช่น การลดลงใน EEG paroxysmal activity การปรับปรุงในด้านการพูด ความจำและการสังคม เป็นต้น

3. โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (AIDS)

การติดเชื้อฉวยโอกาสในคนที่เป็นเอดส์ ทำให้สภาวะ redox ของร่างกายขาดสมดุล คนไข้ซึ่งป่วยด้วย HIV จะมีปริมาณของ peroxidation products ในเลือดสูงขึ้น เช่น 4-hydroxyl nonenal และ ferritin ในขณะที่ antioxidant ในเลือดจะลดลง จากการติดตามปริมาณ TBARS (ดัชนีการเกิด lipid peroxidation จากอนุมูลอิสระ) ในผู้ป่วยโรคเอดส์ 18 คนเป็นเวลา 2 ปี พบว่ามีปริมาณสูง ดังนั้นสามารถใช้ TBARS แสดงความก้าวหน้าของการติดเชื้อ HIV ได้ คุณสมบัติของ antioxidant ที่ต้องการในผู้ป่วยโรคเอดส์คือ สามารถเพิ่มการผลิต NK cell, gamma-interferon, interleukin, macrophage และการเสริมฤทธิ์ T-cell และ B-cell lymphocyte การเพิ่มคุณภาพชีวิต หรือความรู้สึกที่ดีขึ้นของผู้ป่วย รวมทั้ง CD-4 count

4. เบาหวาน

การที่ antioxidant สามารถใช้ได้กับผู้ป่วยเบาหวานนั้นยังไม่เป็นที่เข้าใจ อย่างไรก็ตามมีหลักฐานพบว่ามีการขบวนการที่เกี่ยวข้องกัน เช่น หน้าที่ควบคุมการผลิตอนุมูลอิสระ เช่น

superoxide และ nitric oxide การยับยั้ง hydroxyl radical, carbonyl compounds การเกิด TBARS และอนุมูลอิสระที่ไวต่อปฏิกิริยาอื่นๆ เช่น hydrogen peroxide, ROO° การกระตุ้นให้เกิด endogenous superoxide dismutase, glutathione peroxidase ในพลาสมาของผู้ป่วยเบาหวานพบว่าสารที่ได้จาก lipid peroxidation สูงขึ้น aldose reductase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยเปลี่ยนกลูโคสให้เป็น sorbitol ทำให้เกิด cataract ในสัตว์จำพวกกระต่ายที่ทำให้เป็นเบาหวาน ผู้ป่วยเบาหวานบางคนมีระดับ superoxide dismutase ในเลือดต่ำ ผู้ป่วยเบาหวานและยาที่ทำให้เกิดเบาหวาน เช่น alloxane และ streptozocin ทำให้เกิดปริมาณของ peroxide มากกว่าที่จะควบคุมได้ โดย Islet of Langerhans ผู้ป่วยเบาหวานมีปริมาณของอนุมูล superoxide และ nitric oxide ต่ำ จึงทำให้ติดเชื้อมากจากแบคทีเรียไวรัส และร่างกาย

5. ความชรา

กลไกที่อนุมูลอิสระทำให้ร่างกายแก่ลงมีอยู่ 5 วิธีได้แก่

5.1 Lipid peroxidation อนุมูลอิสระเข้าทำลายสารจำพวกไขมัน และปล่อยอนุมูลอิสระมากขึ้นอีกเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่

5.2 Cross-linking อนุมูลอิสระจะทำให้โปรตีน และ/หรือ DNA หลอมเข้าด้วยกัน DNA เป็นแกนสำคัญของสารพันธุกรรม DNA ที่เปลี่ยนไปจะไม่สามารถกระทำสิ่งที่ร่างกายต้องการได้ ในทางตรงข้ามกลับทำให้เกิดสิ่งที่ไม่ดีประโยชน์ และขัดขวางขบวนการของร่างกาย

5.3 Membrane damage อนุมูลอิสระทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้การดูดซึมอาหารของเซลล์รวมทั้งการขับไล่ของเสียจากเซลล์ถูกขัดขวาง

5.4 Lysosomal damage อนุมูลอิสระทำให้ผนังเซลล์ lysosome แตก น้ำย่อยใน lysosome นั้นสามารถย่อยสลายทุกสิ่ง นอกจากเมมเบรนซึ่งเก็บมันไว้ เมื่อเมมเบรนถูกทำให้แตกออก lysosome จึงถูกกระจายเข้าไปใน cytosol ของเซลล์ และทำลายส่วนสำคัญของเซลล์รวมทั้งนิวเคลียส และ mitochondria เซลล์จึงตายและไม่สามารถขยายพันธุ์ได้

5.5 ปฏิกิริยาอื่นๆ ทำให้เกิดสารตกค้าง เรียกว่า lipofuscin หรือ age pigment สารเหล่านี้สะสมเพิ่มขึ้นตามเวลา และขัดขวางการทำหน้าที่ของเซลล์ และขบวนการมีชีวิต

ขบวนการทั้ง 5 ชนิดนี้ทำลายการมีชีวิตของเซลล์ และเมื่อเซลล์ถูกกำจัดออกไปจากเนื้อเยื่อที่มีชีวิต เราจึงแก่ขึ้น

6. มะเร็ง

รายงานที่บอกว่าการรับประทานผักและผลไม้ สามารถลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง มีมากมายซึ่งคิดว่ากลไกทั้งด้านที่ผักและผลไม้มีใยอาหารมากซึ่งจะช่วยทางด้านลดมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้กลไกทางด้านต้านอนุมูลอิสระก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการลดความเสี่ยงของโรคมะเร็ง ตัวอย่างรายงานเหล่านี้มีมาก เช่น ผักและผลไม้ลดความเสี่ยงต่อมะเร็งกระเพาะอาหารได้ถึง 5.5 เท่า ซึ่งรายงานนี้ก็เป็นรายงานใหญ่ในการศึกษาแบบติดตามคนไข้ถึง 11,546 คน เป็นเวลาถึง 25 ปี

นอกจากนี้ยังมีรายงานใหญ่ที่ติดตามการเป็นมะเร็งของประชากร 10,068 เป็นเวลาถึง 19 ปี ในจำนวนนี้พบมะเร็งปอด 248 คน พบว่าการรับประทานผักและผลไม้ที่วิตามินเอ หรือ เบต้าแคโรทีนจะสามารถลดความเสี่ยงของมะเร็งปอดได้ การรับประทานผักและผลไม้ที่วิตามินซี หรือ เบต้าแคโรทีน วิตามินอีสูงสามารถลดอุบัติการณ์การเป็นมะเร็งเต้านมได้จริงในสตรีวัยเจริญพันธุ์ จากการติดตามคนไข้ 83,234 คน เป็นเวลา 14 ปี

สารต้านอนุมูลอิสระที่พัฒนาจากสารต้านอนุมูลธรรมชาติ⁽⁵⁾

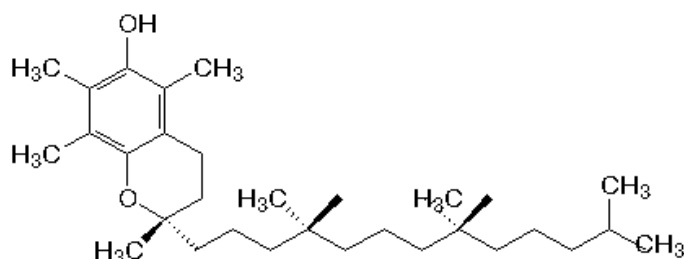
วิตามินอี

วิตามินอีเป็นที่รู้จักโดยทั่วไปว่าสามารถต้านอนุมูลอิสระที่มีตามธรรมชาติ ทั้งในพืชและสัตว์ วิตามินอีเป็นโมเลกุลที่ละลายได้ดีในน้ำมันหรือลิพิด ดังนั้นจึงสามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปได้ วิตามินอีช่วยปกป้องผนังเซลล์จากอนุมูลอิสระ การสะสมวิตามินอีบนผิวหนัง พบว่าช่วยปกป้องผิวจากแสงแดดและป้องกันมะเร็งผิวหนัง รวมทั้งช่วยซ่อมแซมผิวและให้ภูมิคุ้มกันผิวหนังอีกด้วย บทบาทในการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอี คือ ให้อะตอมไฮโดรเจนซึ่งจะไปจับกับอนุมูลลิปิดเปอร์ออกไซด์ และอนุมูลอัลคอกซิล เป็นการหยุดปฏิกิริยาเปอร์ออกซิเดชัน แต่เนื่องจากวิตามินอีละลายน้ำไม่ได้และมีฤทธิ์ไม่สูงมาก ดังนั้นจึงมีการพัฒนาโดยดัดแปลงโครงสร้างให้มีฤทธิ์ดีขึ้น เช่น *dl*-tocopheryl nicotinate trolox และอนุพันธ์ต่างๆ โดยพัฒนาดัดแปลงหมู่แทนที่บนนิวเคลียสโครแมนของวิตามินอี หรือเปลี่ยนโครงสร้างของนิวเคลียส โดยยังคงมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ ทั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ได้สารที่ออกแบบและสังเคราะห์ขึ้นมีคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์เหมาะสมสามารถไปยังบริเวณออกฤทธิ์และเพิ่มการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนภายในโครงสร้างโดยผ่านพันธะคู่ (π -bond) ในระบบคอนจูเกตให้มากขึ้นทำให้สารมีฤทธิ์ดี

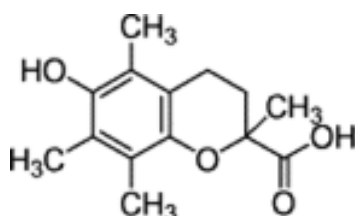
Trolox

เป็นอนุพันธ์ของวิตามินอีที่ดัดแปลงโครงสร้างโดยการเปลี่ยนสายอัลเคนเป็นหมู่คาร์บอกซิลิก ทำให้สามารถละลายได้ดีในน้ำ แต่เนื่องจากความสามารถในการละลายน้ำได้ดี จึงทำให้การออกฤทธิ์เร็วกว่าวิตามินอี โดยวิตามินอีต้องใช้เวลาเป็นชั่วโมงหรือเป็นวัน ในขณะที่ trolox ออกฤทธิ์เกือบจะทันทีในหลายโมเดล อย่างไรก็ตามเมื่อใช้กับโรคบางอย่างได้แก่ อาการบาดเจ็บจากเนื้อเยื่อขาดเลือดชั่วคราว (ischemic/reperfusion injury) ต้องใช้ความเข้มข้นสูงจึงจะเห็นผลเต็มที่ที่มีการพัฒนาต่อ อย่างไรก็ตามในการวิจัยนิยมใช้ trolox เป็นสารมาตรฐาน

ในปี ค.ศ. 1992 ได้มีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของโครแมนเอไมด์และเอมีน โดยสารเหล่านี้จะมีส่วนนิวเคลียสเป็นโครมานอลเช่นเดียวกับวิตามินอี หรือ trolox และเปลี่ยนหมู่คาร์บอกซิลิกให้เป็นเอไมด์ หรือ เอมีน พบว่าเมื่อเป็นส่วนเอมีนของ 21-aminosteroid จะเพิ่มฤทธิ์ต้านการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.2 ไมโครโมล ซึ่งมีความแรงมากกว่าวิตามินอี ถึง 100 เท่า



Vitamin E (α -tocopherol)



Trolox (1)

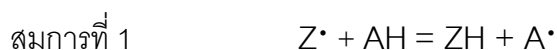
รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างของ วิตามินอี และ Trolox

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยใช้อนุมูลอิสระ diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) ที่คงตัว⁽⁶⁾

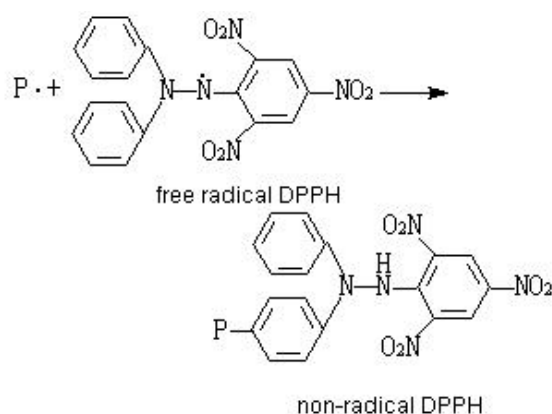
DPPH – free radical and reduced form

โมเลกุลของ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl ; DPPH) จะมีอิเล็กตรอนอิสระที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทั่วโมเลกุล จึงทำให้ DPPH เป็นอนุมูลอิสระที่คงตัว และมีสีม่วงเข้ม เมื่อทำละลายด้วย ethanol สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

เมื่อสารละลายของ DPPH ผสมกับสารที่สามารถให้ hydrogen atom (H^+) ได้ โมเลกุลของ DPPH จะเปลี่ยนเป็น reduced form ซึ่งสีม่วงจะหายไป (เหลือเป็นสีเหลืองอ่อนของ picryl group) สมการที่ 1 แสดงปฏิกิริยาของ DPPH กับ โมเลกุลที่ให้ H^+ ซึ่ง $Z\cdot$ แทนอนุมูลอิสระ DPPH, AH แทน โมเลกุลที่ให้ H^+ , ZH แทน reduced form และ $A\cdot$ ผลิตภัณฑ์อนุมูลอิสระที่ได้จากปฏิกิริยา



วิธีการแปลผลของวิธี DPPH นี้ที่นิยมใช้คือ EC_{50} (“efficient concentration” value) เป็นความเข้มข้นของสารที่ทำให้ DPPH activity (สี) ลดลง 50%



รูปที่ 3 free radical และ non-radical ของ Diphenylpicrylhydrazine (DPPH)

มะตูม⁽⁷⁾

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Aegle marmelos Corr.
ชื่ออังกฤษ : Bael , Bengal Quince
วงศ์ : Rutaceae
ลักษณะโดยทั่วไป : มะตูมเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปออสเตรเลีย อินเดีย และศรีลังกา ในประเทศไทยมีขึ้นอยู่ทั่วไป มะตูมมีหลายพันธุ์ เช่น มะตูมนิม มะตูมไข่ และมะตูมธรรมดา มะตูมเป็นไม้ยืนต้น ขนาดกลาง ตามลำต้นและกิ่งใหญ่มีหนามแข็งตรงและขนาดยาวใบเป็นใบประกอบ มีใบย่อยขนาดใหญ่ 3 ใบ ใบย่อยเป็นรูปไข่ ใบมีกลิ่นหอมเฉพาะ ดอกสีขาวและมีกลิ่นหอม ผลมีหลายขนาดและหลายรูปร่าง ส่วนใหญ่ผลเป็นรูปไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-14 เซนติเมตร เปลือกแข็ง บางพันธุ์เปลือกผลนิ่มและบาง เรียกมะตูมชนิดนี้ว่า “มะตูมนิม” เนื้อในของผลเมื่อยังดิบจะค่อนข้างแข็งสีเหลืองอ่อนๆ เนื้อภายในเมื่อสุกจะมีสีส้มปนเหลือง เป็นเมือกๆ มีรสหวานหอม ภายในเนื้อจะมีเมล็ดสีขาวจำนวนมากฝังอยู่ในน้ำยางที่ใสแต่เหนียวข้น เปลือกผลเมื่อสุกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล มะตูมเป็นพืชวงศ์เดียวกันกับส้ม มะนาว ฯลฯ

องค์ประกอบในมะตูม : เนื้อมะตูมสุกจะประกอบไปด้วย น้ำตาล, มิวซิเลจ (mucilage), เพคติน (pectin), สารฝาดสมาน (tannin), น้ำมันหอมระเหย (volatile oil), สารที่มีรสขม (bitter principle), มีวิตามินเอ, ธาตุแคลเซียม, ฟอสฟอรัสและอื่นๆ

ส่วนที่ใช้ : ผลสุก, ผลห่าม, ผลอ่อน และใบ

1. ประโยชน์ทางยา

- ใช้เป็นยา แก้อาการท้องเสีย ช่วยบำรุงธาตุ ใช้ผลมะตูมยังไม่สุกฝานตามขวางบางๆ ฝูให้แห้ง คั่วพอเหลือง ใช้ครั้งละ 4-5 ชิ้น ชงน้ำเดือด 2 แก้ว ดื่มหลังอาหาร
- เป็นยาระบายอ่อนๆ และยาประจำธาตุสำหรับผู้สูงอายุที่ท้องผูกเป็นประจำ เนื้อผลสุกมีรสหอมหวานรับประทานต่างผลไม้จะช่วยระบายท้อง และช่วยแก้การท้องขึ้นเฟ้อ โดยไปช่วยขับลมและเป็นยาช่วยย่อย เนื้อผลจะออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคในลำไส้ได้ด้วยโดย pectin จะรวมกับ toxin ในตัวเชื้อโรคที่อยู่ในลำไส้
- ใช้แก้ไข้จับสั่น ยาโบราณใช้เปลือกของรากและลำต้นผสมในยาแก้ไข้จับสั่น

2. ประโยชน์ทางอาหาร⁽⁸⁾

- ใบสด ได้แกงบอน เป็นแกงชนิดหนึ่งใช้เครื่องในหมู มีเครื่องปรุงเป็นใบมะตูมสด ใบตะไคร้สด และอื่นๆ ตำผสมลงในน้ำแกง ทำให้น้ำแกงมีกลิ่นหอม และมีสีเขียว แกงนี้หารับประทานได้ยาก มักจะแกงเมื่อมีงานมงคลใหญ่ๆ ในบางท้องถิ่นที่ตามชนบทเท่านั้น

- ผลมะตูมโตเต็มที่ เตรียมเป็นผงเช่นกาแฟไล่นม ใช้ผลมะตูมโตเต็มที่ ปอกเปลือก ผานบางๆ ทำให้แห้ง บดเป็นผงใช้ชง เช่น กาแฟ จะได้กาแฟมะตูม ที่มีรสหอมชวนดื่ม และเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการดื่มกาแฟซึ่งมีสารคาเฟอีนสำหรับกาแฟมะตูมหาดื่มได้ยาก

- ผลโตแต่ยังไม่สุก ผานตามขวาง ฝึ่งให้แห้ง คั่วพอเหลือง ใช้ชงดื่ม เช่น น้ำชาจีน

- ผลแก่แต่ยังไม่สุก นำมาเชื่อม รับประทานเป็นของหวานจะมีกลิ่นหอมและรสชาติชวนรับประทาน นอกจากนั้นเมื่อเชื่อมแล้วทำให้แห้งเก็บไว้รับประทานเป็นการถนอมอาหารอีกวิธีหนึ่ง

- ผลสุก รับประทานเป็นผลไม้ เหมาะสำหรับผู้สูงอายุเพราะจะช่วยระบายและทำให้ธาตุเป็นปกติ

- ทำน้ำมะตูม ดื่มแก้ร้อนใน กระหายน้ำ

ขนาดใช้ มะตูม 2-3 ชิ้น ชงน้ำเดือดความแรง 1 ใน 10 หรือชงด้วยน้ำเดือด 2 ถ้วย ดื่มครั้งถ้วย

3. ประโยชน์อื่นๆ

- ใช้ทำคุดูในพระราชพิธีและพิธีต่างๆ การใช้ใบมะตูมทำคุดูเป็นลัทธิพราหมณ์ เช่น ในพระราชพิธีราชาภิเษกหรือในกรณีที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานใบมะตูมสดให้แก่คู่บ่าวสาว

- ทำคุดูในพิธีมงคลสมรสพระราชทาน หรือพระราชทานให้ข้าราชการที่เข้าเฝ้ากราบบังคมทูลลาไปเป็นทูตไปรับราชการหรือไปศึกษาต่อ เป็นต้น

- ใช้ใบมะตูมสดประพรมน้ำมนต์ในพิธีมงคลต่างๆ

- ให้น้ำมันหอมระเหย ใช้ดอกสดกลั่นให้น้ำมันใช้สำหรับแต่งกลิ่นเครื่องสำอาง

- ให้สีเหลือง ได้จากยางของผลและจากเปลือกต้นให้สีเหลืองย้อมผ้าและผ้าไหม

- ทำกาว น้ำยางสีขาวใสข้นและเหนียวล้อมรอบเมล็ด ใช้เป็นกาวติดกระดาษ ในฟิลิปปินส์ใช้น้ำยางนี้สระผมในคนจน

- ใช้เป็นกาวที่แข็ง เช่น ซีเมนต์ เป็นยางสีน้ำตาลแดงจากต้นจะเหนียวติดแน่น คนในชนบทของไทยใช้ปะว่าว

- ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ เนื้อไม้สวยงาม คุณภาพดี นิยมใช้ทำเครื่องตกแต่งบ้านเรือน และยังใช้ทำ
ตัวถังเกวียน ทำหวี ฯลฯ

ชื่อพื้นเมืองของมะตูม : ทางเหนือเรียก มะปิ่น
ทางใต้ - ปัตตานีเรียก กะทันตาเถร , ตุ่มตั้ง , ตุ่ม
กระเหรียง – แม่ฮ่องสอน เรียก มะปี่ซ่า
เขมร เรียก พระโองค



ผลมะตูมสด



ผลมะตูมหั่นแว่นแห้ง

รูปที่ 4 ผลมะตูมสด และผลมะตูมหั่นแว่นแห้ง

ไอศกรีม (Ice cream)

ประวัติและสาระน่ารู้เกี่ยวกับไอศกรีม^(9,10)

ไอศกรีมอาจพัฒนามาจาก Iced beverages และ Water ice โดยในศตวรรษที่ 13 มาร์โคโปโลกลับสู่อิตาลี หลังจากการเอนทางไปสู่อินเดียและแอฟริกา ซึ่งสร้างชื่อเสียงให้แก่เขา และได้นำ Water ice ในเอเชียมาสู่อิตาลี พบว่ามีการทำ Water ice ในเอเชียมาเป็นพันๆ ปีแล้ว ต่อมาศิลปะในการผลิต Water ice ได้แผ่ขยายสู่ประเทศฝรั่งเศส เยอรมัน และอังกฤษ ในช่วงระยะเวลา 2-3 ศตวรรษ

ในปี ค.ศ. 1560 ชาวอิตาลีได้เขียนถึงอาหารดังนี้ “made of milk sweetened with honey and frozen” ในปี ค.ศ. 1660 มีร้าน Café Procope ในกรุงปารีสในชื่อ อิตาเลียน ว่า Cotelli และมีการผลิตขาย Water ice ในกรุงปารีสและในปี ค.ศ. 1700 มีการพบเอกสารฉบับต้นฉบับที่เขียนด้วยลายมือชื่อว่า L'art de Farre des Glaces (The Art of Preparing Ice Cream) 84 หน้า และในปี ค.ศ. 1786 มีหนังสือเรื่อง The Art of Making Frozen Desserts 240 หน้า ปรากฏในกรุงปารีสซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นสูตรไอศกรีมสำหรับ “food fit for the gods” และนำเสนอทฤษฎีรวมทั้งอธิบายปรัชญาสำหรับปรากฏการณ์ของการทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

อีกแหล่งอ้างอิงถึงประวัติศาสตร์ความเป็นมาของไอศกรีมนั้น นายโทมัส อาร์คินนี้ ได้สันนิษฐานจุดเริ่มต้นการทำและบริโภคไอศกรีมว่าน่าจะเริ่มตั้งแต่สมัยจักรพรรดิเนโรแห่งอาณาจักรโรมัน ได้ทรงพระราชทานเลี้ยงไอศกรีม ซึ่งทำจากหิมะผสมน้ำผึ้งและผลไม้ ไอศกรีมประเภทนี้น่าจะเป็นเชอร์เบต (Sherbet) บ้างก็ว่าจีนเป็นผู้ค้นพบ ครั้งแรกเมื่อ 300 ปีมาแล้ว ลักษณะจะเป็นข้าวบดผสมกับนมสดที่เย็นจัดจนเป็นน้ำแข็งและได้สอนวิธีการผลิตให้กับอินเดียและเปอร์เซีย ราชาวงศ์โมกุลมีการนำนมต้มมาผสมกับพิสตาชิโอ ทำเป็นของหวานแช่แข็ง เรียกว่า Kulfi ซึ่งเชื่อว่าเป็นแบบแรกของไอศกรีม และในแนวเดียวกันปลายศตวรรษที่ 13 มาร์โคโปโลได้นำวิธีการผลิตไอศกรีมจากทวีปเอเชียคาดเป็นประเทศจีน ไปเผยแพร่ที่อิตาลีและต่อมาแผ่ขยายไปในทวีปยุโรปและมีการพัฒนาไปมากจนทำให้อิตาลีได้ชื่อว่าเป็นแหล่งไอศกรีมระดับโลก

ไอศกรีมนั้นคาดว่าเข้าสู่ประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงที่ยังเป็นอาณานิคมของอังกฤษ ในช่วงต้น (early English colonists) มีการเขียนเกี่ยวกับไอศกรีมเป็นครั้งแรกในจดหมายใน

อเมริกา May 17 , 1744 โดย guest of proprietary governer William Bladen of Maryland มีข้อความกล่าวว่า “a dessert no less curious, among the rarities of which it was composed, was some fine ice cream which with the strawberries and milk, eat most deliciously” (Arbuckle 1981)

ในประเทศฝรั่งเศสนั้นผู้ที่นำตำรับการผลิตไอศกรีมจากอิตาลีไปเผยแพร่คือ สกุลเมดิซ ผู้ครองแคว้นฟลอเรนซ์และมีการแพร่หลายอย่างรวดเร็วในปี ค.ศ. 1670 นายฟรานเชสโก โปโรโคนิโอ ได้นำในประเทศอังกฤษนั้นจะเรียกไอศกรีมว่า cream ice ซึ่งที่มาของชื่ออาจมาจากไอศกรีมในระยะแรกๆ อาจมีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ต่อมาจึงมีการพัฒนาการผลิตโดยมีการผลิตเครื่องปั่นไอศกรีมได้สำเร็จโดยนายแนนซี จอห์นสัน ในปี ค.ศ. 1846 และมีการผลิตตู้เย็นในศตวรรษที่ 19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา จึงทำให้มีการผลิตไอศกรีมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากเพื่อนำออกจำหน่าย

สำหรับต้นกำเนิดไอศกรีมในประเทศไทยนั้น ในสมัยรัชกาลที่ 5 สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ ฐานานุกาภ ได้ทรงบันทึกไว้ในหนังสือ ความทรงจำหลังการเสด็จประพาสสิงคโปร์ เมื่อ พ.ศ. 2414 ว่า “ไอศกรีมเป็นของวิเศษในเวลานั้น เพราะเพิ่งได้เครื่องทำน้ำแข็งอย่างเล็กที่สำหรับเขาทำกันตามเมืองนอกเข้ามาถึงเมืองไทย ทำบางวันก็แข็ง บางวันก็ไม่แข็ง มีไอศกรีมตั้งเครื่องแต่บางวันจึงเห็นเป็นของวิเศษ” ซึ่งอาจเป็นเพราะการใส่น้ำแข็งน้อยเกินไป หรือใส่เกล็ดรอบเครื่องทำน้ำแข็งน้อยไป ทำให้อุณหภูมิต่ำลงไม่พอที่จะทำให้ไอศกรีมแข็ง จากการค้นคว้าของอเนก นาวิกมูล พบว่า มีการนำน้ำแข็งเข้ามาครั้งแรกจากประเทศสิงคโปร์และภายหลังก็มีการตั้งโรงงานผลิตน้ำแข็งในปี พ.ศ. 2432

ไอศกรีมในสมัยเริ่มแรกจะแพร่หลายในวังก่อนที่จะมีการแพร่หลายไปทั่ว ชาวบ้านมักเรียกว่า “ไอติม” ซึ่งคาดว่าเพี้ยนมาจากคำว่า ไอศตริม ซึ่งเป็นคำที่ใช้เรียกไอน้ำที่พวยพุ่งออกมาจากหัวรถจักรไอน้ำสมัยก่อนการที่จะเรียกว่า ไอศกรีมหรือไอศกริม อาจยาวเกินไปและไม่คุ้นเคย ชาวบ้านจึงเรียกสั้นๆ ว่า “ไอติม” ติดปากกันจนทุกวันนี้

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไอศกรีม^(10,11)

ไอศกรีม ไอศกรีมจัดเป็นขนมหวานแช่แข็งที่อุดมด้วยสารอาหารต่างๆ มีคุณค่าทางอาหาร มีมาตรฐานและคำจำกัดความเฉพาะผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ไอศกรีม คัสตาดแช่แข็ง หวานเย็น เซอร์เบท และอื่นๆ ซึ่งมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามส่วนผสมและส่วนประกอบของไอศกรีมนั้นๆ

ลักษณะทางคุณภาพของไอศกรีมประกอบด้วย ความมันเรียบ ความหวาน และเย็น ลักษณะปรากฏซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะ เนื้อ การละลาย กลิ่นรส สี ภาชนะบรรจุ คุณภาพการเก็บรักษา และจำนวนจุลินทรีย์

ส่วนผสมของไอศกรีม ไอศกรีมนม โดยทั่วไปประกอบด้วย ไขมันนม ของแข็งส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน (Non fat Milk Solid = NMS) น้ำตาล สารให้ความคงตัว (Stabilizer) และอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามความต้องการ

ชนิดของไอศกรีม

1. Standard ice cream หมายถึง อาหารแช่แข็งที่ได้จากการปั่นไอศกรีมเหลว (ice cream mix) ให้แข็งส่วนมากทำมาจากผลิตภัณฑ์นม เช่น นมผง นมข้น นำนมคั้นรูป เนยสด น้ำตาล ไข่ไก่ ผลไม้ กลิ่นและสีผสมอาหาร ไอศกรีม ต้องผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อโรค อุณหภูมิอย่างน้อย 68.5 °ซ / 30 นาที หรือ 80 °ซ / 25 วินาที และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 °ซ และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ต่อไปเพื่อบ่ม (aging)

2. French ice cream คล้ายกับ standard ice cream แต่มีไขมันนมและ NMS มากกว่า และจะต้องเติมไข่แดง ลงไปในปริมาณไม่เกิน ร้อยละ 1.4 โดยน้ำหนัก

3. French custard ice cream คล้ายกับ French ice cream แต่มีไข่แดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.4 โดยน้ำหนักสำหรับชนิดธรรมดา และมีไข่แดงไม่น้อยกว่า ร้อยละ 1.12 โดยน้ำหนักสำหรับพวกที่เติมกลิ่นรส

4. Frozen custard ลักษณะคล้ายไอศกรีม แต่ต้องมีไข่แดง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.4 โดยน้ำหนักสำหรับชนิดไม่เติมกลิ่นรส และร้อยละ 1.2 โดยน้ำหนักสำหรับพวกที่เติมกลิ่นรส และมักจะขายในรูปที่ยังนิ่มอยู่ แต่บางครั้งอาจจะขายในรูปแช่แข็งได้

5. Ice Milk เป็นอาหารแช่แข็งที่มีส่วนผสม และวิธีการทำเหมือนไอศกรีม เพียงแต่มีไขมันนมน้อย คือ อยู่ในช่วง ร้อยละ 2-7 และต้องมีของแข็งไม่น้อยกว่า 585 กรัม ต่อ 4 กิโลกรัม

6. Sherbet มีส่วนผสม และการทำเหมือนไอศกรีม แต่ในสัดส่วนของผสมที่น้อยกว่าและมักจะเติมกลิ่นที่เฉพาะลงไป มีไขมันนม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 และไม่เกินร้อยละ 2 มีของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (NMS) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 และของแข็งทั้งหมด (total solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 และไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของเชอร์เบทที่เสร็จแล้ว กลิ่นรสผลไม้ที่เติมนั้นต้องเติมให้ได้ปริมาณกรดที่ไตเตรทให้ได้ในรูปของ citric acid ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.35 ความฟูของไอศกรีม

ประมาณร้อยละ 25-40 และเนื่องจากน้ำตาลที่ใช้ไม่สูงมากเกินไป เนื้อไอศกรีมที่ผลิตออกมาจะ นิ่มกว่า Standard ice cream และละลายง่าย

7. Water ice มีลักษณะคล้ายเชอร์เบท แต่จะไม่มีของแข็งในนม (milk-solids) นอกนั้นมาตรฐานจะเหมือนเชอร์เบท

8. Quiscently Frozen Dairy Confection เป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกมาเป็นแท่งๆ ซึ่งถูก ทำให้แข็งตัวโดยไม่มีการกวนเลย และต้องมีความฟูไม่เกินร้อยละ 10 มีของแข็งในนมไม่น้อยกว่า ร้อยละ 13 และของแข็งทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 33

9. Quiscently Frozen Dairy Confection ลักษณะคล้ายกับ Quiscently Frozen Dairy confection แต่จะมีของแข็งทั้งหมด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 17 เท่านั้น และอาจจะมีหรือไม่มี ของแข็งในนมก็ได้

10. Dietary Frozen Dessert เป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่มีแคลอรีต่ำและต้อง ประกอบด้วยไขมันน้อยกว่าร้อยละ 2 และมีของแข็งในนมทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 7

11. Mellorine เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในลักษณะคล้ายไอศกรีม แต่ส่วนผสมนั้นเตรียม จากของแข็งที่แปลงจากนม และไขมันอาจจะเป็นไขมันจากสัตว์หรือพืช หรือทั้งสองชนิดผสมกันก็ได้ มีไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.7 โดยน้ำหนักของอาหาร ยกเว้น น้ำหนักของกลีเซอรอลที่เติม

12. Nondairy Frozen Dessert เป็นผลิตภัณฑ์เหมือนไอศกรีมแต่ส่วนผสมต่างๆ จะ ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นม คือ ใช้ผลิตภัณฑ์จากพืช ไข่ ส่วนผสมส่วนมาก ประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 30, น้ำผลไม้ (fruit juice) ร้อยละ 20, citric acid ร้อยละ 0.4, flavour, colour และ stabilizer ร้อยละ 0.2-0.6 ความฟูร้อยละ 30 ส่วนผสมทั้งหมดต้อง freeze ในห้องเย็น และทำให้แข็งในรูปไอศกรีมแท่ง (Fruit Ice)

นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่เรียกว่า Novelties ซึ่งทำจาก Whipping cream, Fruit juice ตัวอย่าง เช่น Chocolate coat ice cream

การแบ่งชนิดของไอศกรีม

ชนิดหรือประเภทของไอศกรีมมีการจัดแบ่งกันหลายประเภท แล้วแต่จุดประสงค์ในการใช้ประโยชน์ได้แก่

1. แบ่งตามกฎหมาย

2. แบ่งตามส่วนประกอบที่ใช้
3. แบ่งตามการค้ำ
4. แบ่งตามลักษณะ กลิ่น รส

การแบ่งชนิดของไอศกรีมตามกฎหมาย

ในการแบ่งชนิดของไอศกรีมตามกฎหมาย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 101 (พ.ศ. 2529) แห่งพระราชบัญญัติ พ.ศ. 2522 ไอศกรีมแบ่งเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1. ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม ซึ่งต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก
2. ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมนมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันอื่นแทนมันเนย ทั้งหมด หรือแต่บางส่วนหรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน แต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม ไอศกรีมชนิดนี้ต้องมีไขมันทั้งหมด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก
3. ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลงซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ไอศกรีมผสมต้องมีมาตรฐาน เช่นเดียวกับ ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลง แล้วแต่กรณีทั้งนี้โดยไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุดิบที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่
4. ไอศกรีมตาม 1, 2 หรือ 3 ชนิดเหลว ชนิดแข็ง หรือ ชนิดผง
5. ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

ไอศกรีมทั้ง 5 ชนิดดังกล่าว อาจใส่วัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วยก็ได้
การแบ่งชนิดไอศกรีมตามส่วนประกอบที่ใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องไอศกรีมและของผสมสำหรับทำไอศกรีมได้แบ่ง

ส่วนประกอบของไอศกรีมที่มีการอนุญาตให้ใช้ ได้แก่

1. นมและผลิตภัณฑ์นม เช่น นมสด นมผง นมเปรี้ยว ครีม เป็นต้น
2. นำนมและไขมันที่ได้จากนม
3. น้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย กลูโคส น้ำตาลอินเวิร์ต แล็กโตส
4. น้ำที่มีคุณภาพใช้บริโภคได้
5. ไข่และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ เช่น ไข่ผง
6. ผลไม้และผลิตภัณฑ์จากผลไม้

7. อาหารและส่วนประกอบอื่นที่ใช้เพื่อปรุงแต่งสี กลิ่น รส หรือลักษณะเนื้อ เช่น กาแฟ โกโก้ ชিং น้ำผึ้ง เป็นต้น

การแบ่งชนิดของไอศกรีมตามลักษณะกลิ่นรส แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดธรรมดา (Plain Ice Cream) คือ ไอศกรีมที่มีส่วนประกอบ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน อาจปรุงแต่งด้วยสีและกลิ่นรสในปริมาณไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของไอศกรีม

2. ชนิดปรุงแต่ง (Composite Ice Cream or Bulky Flavours) คือ ไอศกรีมที่มีการปรุงแต่งด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น เคลือบ สดได้ หรือมีชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ โดยสามารถมองเห็นส่วนประกอบที่ใช้ปรุงแต่งได้ชัดเจน หรืออาจปรุงแต่งด้วยสี และกลิ่นรส ในปริมาณเกินกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของไอศกรีม

การแบ่งชนิดของไอศกรีมตามการค้ำ

การจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ไอศกรีมตามทางการค้าสามารถแบ่งออกได้ 17 ชนิด ด้วยกัน คือ

1. Plain Ice Cream: ไอศกรีมที่ประกอบด้วยสารที่ให้สีและกลิ่นในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ของส่วนผสมของไอศกรีม เช่น ไอศกรีมวานิลลา กาแฟ เมเปิลและคาราเมล เป็นต้น

Chocolate: ไอศกรีมที่เติมผงโกโก้ หรือช็อคโกแลต

2. Fruit: ไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้ อาจมีการเติมสีหรือกลิ่นของผลไม้สด ผลไม้บรรจุกระป๋องหรือผลไม้เชื่อม

3. Nut: ไอศกรีมที่ประกอบด้วยผลไม้เนื้อแข็ง (nut) เช่น อัลมอนด์ วอลนัท ถั่วลิสงและอื่นๆ อาจเติมสีหรือกลิ่นเพิ่มเติม

4. Frozen custard, French ice cream, French custard ice cream: ไอศกรีมที่ประกอบด้วยไข่ มีปริมาณเนื้อไข่แดง (egg yolk solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.4 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์

5. Ice Milk: ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันร้อยละ 2-7 NMS ร้อยละ 12-15 โดยมีการเติมสารให้ความหวาน กลิ่น และมีลักษณะแข็งเหมือนไอศกรีม

6. Sherbet (Fruit Sherbet): ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ น้ำตาล สารให้ความคงตัว และผลิตภัณฑ์นมมีลักษณะคล้ายน้ำแข็ง แต่ใช้นม (นมพว่องมันเนย นมขาดมันเนย นมข้น หรือนมผง) แทนที่จะใช้น้ำอย่างเดียวน

7. Ice: ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำ น้ำตาล สารให้ความคงตัว อาจมีการเติมกรดผลไม้ (fruit acid) สี กลิ่น หรือน้ำ และนำไปแช่แข็ง โดยทั่วไปประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 28-30

8. Confection: ไอศกรีมที่มีกลิ่น รสตามที่ต้องการ มีชิ้นลูกกวาด (candy) เช่น peppermint stick, butter crunch หรือ chocolate chip ในผลิตภัณฑ์
 9. Pudding: ไอศกรีมที่มีผลไม้ผสมด้วยเปลือกแข็ง ลูกเกด มีการเติมเหล้า เครื่องเทศหรือไข่ ตัวอย่าง เช่น Nesselrode และ plum puddings
 10. Mousse: ไอศกรีมที่มีทำจากครีม น้ำตาล สี เดิมกลิ่น และนำไปแช่แข็ง บางครั้งใช้นมข้นเพื่อให้ได้เนื้อไอศกรีมที่ดี
 11. Variegated Ice Cream: ไอศกรีมวานิลลาธรรมดา (plain ice cream) ที่มีน้ำเชื่อมหรือของเหลวอื่นๆ เช่นช็อกโกแลต butterscotch ซึ่งทำให้ไอศกรีมมีลายคล้ายหินอ่อน (marbled effect)
 12. Fanciful Name Ice Cream: ไอศกรีมที่มักประกอบด้วยส่วนผสมที่ให้กลิ่นต่างๆ กัน (กลิ่นผสม)
 13. Neapolitan: ไอศกรีมที่มี 2 รสในภาชนะเดียวกัน
 14. New York หรือ Philadelphia: ไอศกรีมวานิลลาธรรมดาที่มีการเติมสีเข้มๆ อาจเติมไขมันและมากกว่าในสูตรไอศกรีมทุกๆ ไป
 15. Soft Serve Ice Cream หรือ Ice Milk: ผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนที่มีชื่อว่า hardening เหมือนไอศกรีมทั่วๆ ไป (hardening เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ส่วนของน้ำในส่วนผสมไอศกรีมกลายเป็นผลึกน้ำแข็งทั้งหมด) การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไม่ใช้การตัด แต่จะไหลออกจากเครื่องปั่นไอศกรีม (freezer) โดยตรง
 16. Rainbow Ice Cream: ไอศกรีมสายรุ้ง ทำได้จากการเติมสีตั้งแต่ 6 สีขึ้นไป จนทำให้มองเห็นเป็นสีสายรุ้ง เวลาจำหน่ายก็จะไหลออกจากเครื่องปั่นไอศกรีมเหมือน Ice milk
- องค์ประกอบของไอศกรีม**

1. ไขมันนม หรือ ไขมันเนย (Milk fat or butter fat)

แหล่งของไขมันนมที่นิยมใช้ ได้แก่ ครีมเนย, ไขมันเนย นอกจากนี้บางส่วนอาจได้มาจากนมสด หรือนมผงไขมันเต็มเมื่อรับประทานไอศกรีมไขมันจะสร้างความรู้สึกละมุน รสชาติมัน และเข้มข้นในรสสัมผัสของไอศกรีม และให้เนื้อสัมผัสที่เนียนนุ่มมีลักษณะของความเป็นไอศกรีม ไขมันยังเข้าไปเคลือบปากเพื่อช่วยให้ความรู้สึกเย็นเยือกลดลงไป แหล่งของไขมันเป็นตัวกำหนด

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงๆ จะใช้ครีมสดๆ การละลายของไขมันในปากเป็นคุณภาพทางรสชาติสัมผัสที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับปริมาณไขมันนี้ในการระบุประเภทของผลิตภัณฑ์แข็งที่ทำจากนม ในสหรัฐอเมริกาปริมาณไขมันนมอย่างต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 10 ที่จำเป็นต้องแสดงบนฉลากผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ในสหราชอาณาจักร ข้อกำหนดที่ต่ำที่สุดคือ ร้อยละ 5 สำหรับไขมันนม หรือไขมันพืชบวกกับนมในรูปของแข็งอีกอย่างต่ำที่สุด ร้อยละ 7.5

ปริมาณไขมันได้นำมาใช้ทางการค้า สำหรับแยกความแตกต่างของไอศกรีมออกเป็นหมวดหมู่มีตั้งแต่ “superpremium brands” (ปริมาณไขมันสูงมากกว่าร้อยละ 15) ไปจนถึง “economy brands” (ไขมันร้อยละ 10-20) สำหรับผลิตภัณฑ์ของอเมริกาที่จะได้รับการติดฉลากว่า เป็นไขมันต่ำหรือปราศจากไขมัน แล้วผลิตภัณฑ์ต้องมีปริมาณไขมันต่ำกว่า 3 กรัม หรือต่ำกว่า 0.5 กรัม ต่อขนาดที่รับประทาน 4 ฟลูอิดออนซ์ ตามลำดับ

	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
Butter	80 – 99
Cream	20 – 80
Whole milk powder	26
Cow's milk	3 – 5

สำหรับไอศกรีมชนิดผงแห้งควรเลือกใช้ milk fat ที่อยู่ในรูปผงแห้ง ได้แก่ นมผงไขมันเต็ม (whole milk powder)

2. ไขมันพืช

ในการผลิตไอศกรีมแทบทุกประเภทกำหนดการใช้ไขมันเนย แต่มีบางประเทศ โดยเฉพาะในเอเชีย, สหราชอาณาจักร, ฟินแลนด์ ยินยอมให้ใช้ไขมันจากพืชทดแทนไขมันนมได้ เพื่อลดต้นทุนในการผลิต นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอล ไขมันพืชที่นิยมใช้ได้แก่น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม สำหรับปริมาณที่ใช้มักจะไม่เกินร้อยละ 10

3. ภาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Milk-solids-not-fat, MSNF or serum solids)

ภาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย หมายถึง องค์ประกอบต่างๆ ในน้ำนมซึ่งไม่รวมไขมันและความชื้น ภาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยช่วยให้ไอศกรีมมี body และมีเนื้อสัมผัส (texture) ที่ดี เนียนนุ่ม มีลักษณะของความเป็นไอศกรีม ช่วยให้ไอศกรีมไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็งเนื้อไอศกรีมไม่เป็นแผ่น นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของโปรตีน, แคลเซียม, เหล็ก และวิตามิน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณ lactose ในภาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยต้องไม่มากเกินไป มิฉะนั้นจะทำให้เกิดตำหนิที่เรียกว่า

“sandiness” ในไอศกรีมซึ่งเกิดจากการตกผลึกของน้ำตาล lactose สำหรับโปรตีนเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ฟองเยือกแข็งอยู่ตัว และทำให้ไขมันกระจายตัวเป็นเนื้อเดียวกันโดยสม่ำเสมอ โปรตีนของนมแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เคซีน (casein) และโปรตีนจากหางน้ำนมชนิดที่ 2 เหลือจากการทำเนย ซึ่งเคซีนเป็นเนื้อสัมผัสส่วนใหญ่ของไอศกรีม (ตัวไอศกรีม) และทำให้ไอศกรีมมีกลิ่นและรสชาติของนม ส่วนโปรตีนจาก whey เป็นสิ่งที่ทำให้ไอศกรีมอยู่ตัว แหล่งของธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยที่นิยมใช้ ได้แก่ นมปราศจากไขมัน, นมปราศจากไขมันเข้มข้น, นมผงขาดไขมัน (skim milk powder), หางน้ำนมชนิดผง (whey powder), หางน้ำนมเข้มข้น, นมที่เหลือจากการทำเนย (butter-milk), หางนมที่เหลือจากการทำเนย และเคซีน

4. น้ำ

น้ำเป็นตัวทำละลายส่วนผสมต่างๆ เช่น นมผงปราศจากไขมัน, นมผงไขมันเต็ม, หางน้ำนม น้ำที่ใช้ในการทำไอศกรีมควรมีคุณภาพดีและสะอาดปราศจากสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์

น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่มากที่สุดในไอศกรีม ไอศกรีมแทบทุกชนิดมีน้ำอยู่อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 60-70 โดยน้ำหนัก โดยอยู่ในสภาพผลึกน้ำแข็งเกือบทั้งสิ้น ณ อุณหภูมิที่รับประทานน้ำในรูปผลึกน้ำแข็งคือ ส่วนผสมสำคัญที่สุด ที่ทำให้ไอศกรีมให้ความรู้สึกสดชื่นและเย็นฉ่ำ แตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปไม่แช่แข็งอย่างอื่น

5. น้ำตาลหรือสารให้ความหวาน (sweetening agents)

น้ำตาลที่นิยมใช้ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคสไซรัป ซึ่งนอกจากจะทำให้ไอศกรีมมีความหวานตามต้องการแล้ว ยังช่วยเพิ่ม body เนื้อ และเนื้อสัมผัสของไอศกรีม และยังทำหน้าที่ป้องกันการเป็นน้ำแข็ง (anti-freeze) น้ำตาลที่ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มโดยช่วยลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีม ซึ่งทำให้เนื้อไอศกรีมอ่อนลงจนตัดรับประทานสะดวกที่อุณหภูมิเย็น ทั้งนี้ เพราะน้ำที่จับตัวเป็นน้ำแข็งมีน้อยลง ลักษณะของน้ำตาลหรือสารให้ความหวานดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะและชนิดของน้ำตาล หรือสารให้ความหวานที่นิยมใช้ในไอศกรีม

Product	Physical appearance	Type of sugar
Dextrose	Dry crystal	Glucose
Sucrose	Dry crystal	Sucrose
Icing sugar	Milling granulated sugar	Sucrose
Corn syrup	liquid	Dextrose + maltose

โดยปกตินิยมใช้น้ำชูโครสร่วมกับกลูโคสไซรับในการผลิตไอศกรีม สำหรับน้ำตาล dextrose นิยมใช้ในไอศกรีมที่ต้องการให้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มเป็นพิเศษ เช่น ใน soft-serve ice cream เนื่องจาก dextrose ช่วยลดจุดเยือกแข็งของไอศกรีมได้เป็น 2 เท่าของน้ำตาลชูโครส เพราะ dextrose มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า สำหรับการใส่กลูโคสไซรับ เป็นการช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมดในสูตรโดยเพิ่มความหวานซึ่งเป็นการช่วยเพิ่ม body ให้ไอศกรีม โดยปกติควรใช้สารให้ความหวานที่ระดับ 12-20 ถ้าเติมสารให้ความหวานในระดับสูงเกินไป ไอศกรีมจะหวานจัดและเหลวเกินควร

6. อากาศ (ในรูปของ overrun)

Overrun หมายถึง ปริมาตรของอากาศในเนื้อของไอศกรีมที่เพิ่มขึ้นขณะตีปั่นให้แข็ง ปริมาณของอากาศในเนื้อไอศกรีมนี้มีผลต่อความยากง่ายในการตัดไอศกรีม และถ้าไอศกรีมสามารถเก็บอากาศได้มาก จะช่วยให้ปริมาตรของไอศกรีมที่ผลิตได้เพิ่มมากขึ้นด้วย

7. สารให้ความคงตัว (Stabilizer)

7.1. คุณสมบัติของสารให้ความคงตัว

- ช่วยให้เนื้อสัมผัสเนียนละเอียดขึ้น มีความสม่ำเสมอ
- ช่วยจำกัดขนาดผลึกน้ำแข็งไม่ให้ใหญ่จนเกินไป
- ช่วยลดอัตราการละลาย
- ช่วยเพิ่มความทนทานต่อ heat-shock
- ช่วยให้ของผสมที่ได้เป็นเนื้อเดียวกันทั้งก่อนและหลังการแช่แข็ง
- ช่วยเพิ่มความหนืดซึ่งช่วยปรับปรุง body และความรู้สึกในปากขณะบริโภค
- ช่วยยับยั้งการยุบตัวของไอศกรีม และช่วยให้อยู่ตัวดียิ่งขึ้น
- ช่วยให้มีความ melting properties เหมาะสม คือ เมื่อเวลาตัดไอศกรีมเข้าปากจะละลายพอดี
- ช่วยให้ความต้านต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะขนส่งเข้าออกจากตู้แช่

Stabilizer ทำหน้าที่เพิ่มความหนืด ดังนั้นมันจึงลดการเคลื่อนที่ของโมเลกุล และยังช่วยปิดกั้นความรู้สึกของการสัมผัสผลึกน้ำแข็งใหญ่ ในไอศกรีมได้ การใช้สารช่วยการคงตัวมากเกินไปอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสขณะรับประทานเป็นเมือกหรือแข็งจนเคี้ยวได้

7.2. ชนิดของสารให้ความคงตัวแยกตามแหล่งกำเนิด ดังนี้

7.2.1. โปรตีน ได้แก่ gelatin, caseinate, modified milk, protein, modified soya protein

7.2.2. Plant seed gum ได้แก่ Locust bean gum, Guar gum, Quince seed gum

7.2.3. Seaweed extracts ได้แก่ Carageenan, Alginate, Propylene glycol alginate(PGA)

7.2.4. Pectin ไม่ค่อยนิยมใช้ในไอศกรีม แต่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทแยม

7.2.5. Cellulose derivatives ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose,CMC), เมทิลเซลลูโลส (Methy cellulose,MC), ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (Hydroxypropylmethyl cellulose, HPMC)

7.2.6 Microbial gums ได้แก่ เดกซ์แทรน (dextran), แซนแทนกัม (Xanthan gum)

7.3. สารให้ความคงตัวที่ใช้ในไอศกรีมมีหลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สารให้ความคงตัวที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไอศกรีม

ชนิด	ปริมาณที่ใช้	คุณสมบัติ
Locust bean gum (LBG)	0.1-0.3% (mix) <0.5% (ices , sherbet)	เพิ่มความหนืดให้ mix % OR ไม่สูงมาก , melt down ต่ำ
Guar gum	0.2-0.3% (0.25%)	เพิ่มความหนืดให้ mix % OR สูงมาก , melt down ต่ำ
Carrageenan	0.1%	melt down ต่ำ ป้องกันการ แยกชั้นของ mix % OR สูง
Sodium Alginate	0.18-0.25%	ควบคุมความหนืดและให้ ความคงตัว ให้กลิ่นรสสะอาด ภายในปาก % OR ไม่สูงมาก, sherbet & ices (0.2%)
Sodium – Carboxymethylcellulose (Sod. CMC)	0.15-0.2%	ละลายใน mix ได้ง่าย melt down สูง + carragenan, LBG, Guar gum sherbet หวานเย็น (0.2%)
Microcrystalline Cellulose (MCC)	>0.55%	เพิ่ม body และ texture (high fat + LBG + GMS) เพิ่มความคงตัวเมื่อ extrude melting properties + Sod. alginate
Pectin	0.18%	Sherbet & ices ควบคุม ขนาดผลึกน้ำแข็ง
Gelatin	0.2-0.5%	เกิด gel ควบคุมผลึกน้ำแข็ง

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีม

กรรมวิธีการผลิตไอศกรีมโดยทั่วไป มีขั้นตอนทั้งหมด ดังนี้

1. การผสม (Mixing) วัตถุดิบที่ใช้ในส่วนผสมมีทั้ง ลักษณะที่เป็นผง เช่น นมผง น้ำตาล โกโก้ สารให้ความคงตัวและสารที่ทำให้เข้ากัน จำเป็นต้องมีที่เก็บรักษาและมีภาชนะที่จะบรรจุแยกกันไว้พร้อมที่จะส่งเข้าไปยังห้องผสม วัตถุดิบอีกประเภทหนึ่งเป็นลักษณะของเหลว เช่น น้่านมครีม นมข้น น้ำมัน ซึ่งแต่ละชนิดจะต้องมีถังแยกเป็นสัดส่วน

1.1. การเตรียมส่วนผสมไอศกรีม ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การชั่ง การตวง และผสมส่วนผสมต่างๆ เข้าด้วยกัน

1.2. การลำดับประเภทของวัตถุดิบก่อนการผสม วัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น ครีม นม น้ำเชื่อม และอื่นๆ ผสมในถังโดยทำให้ส่วนผสมร้อนพร้อมคนไปเรื่อยๆ จากนั้นนำวัตถุดิบแห้ง เช่น ธาตุไนโตรเจนไม่รวมมันเนย น้ำตาล สารให้ความคงตัว เติมลงในส่วนที่เป็นของเหลว

1.3. วิธีป้องกันไม่ให้อส่วนผสมแห้งจับตัวเป็นก้อน ทำได้ ดังนี้เริ่มจากผสม วัตถุดิบแห้งทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยผสมวัตถุดิบแห้งทั้งหมดเข้ากับน้ำตาลก่อนนำไปผสมกับของเหลวอย่างช้าๆ พร้อมคนไปเรื่อยๆ โดยร้อนวัตถุดิบแห้งลงในของเหลว ในขณะที่ของเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 80 °ซ การเติมสี และกลิ่นจะเติมเป็นลำดับสุดท้าย

2. การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค การพาสเจอร์ไรส์ส่วนผสมไอศกรีมมี 3 วิธี ดังนี้

2.1. Batch method เป็นการใช้ความร้อนนาน 68.3 °ซ นานไม่น้อยกว่า 30 นาที

2.2. HTST (High Temperature Short Time) เป็นการใช้ความร้อนสูงกว่า batch method ช่วงเวลาสั้น ที่อุณหภูมิ 79.8 °ซ นาน 25 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีจนได้ อุณหภูมิประมาณ 5 °ซ

2.3. UHT (Ultra High Temperature) ให้ความร้อน 150 °ซ นาน 1 วินาที

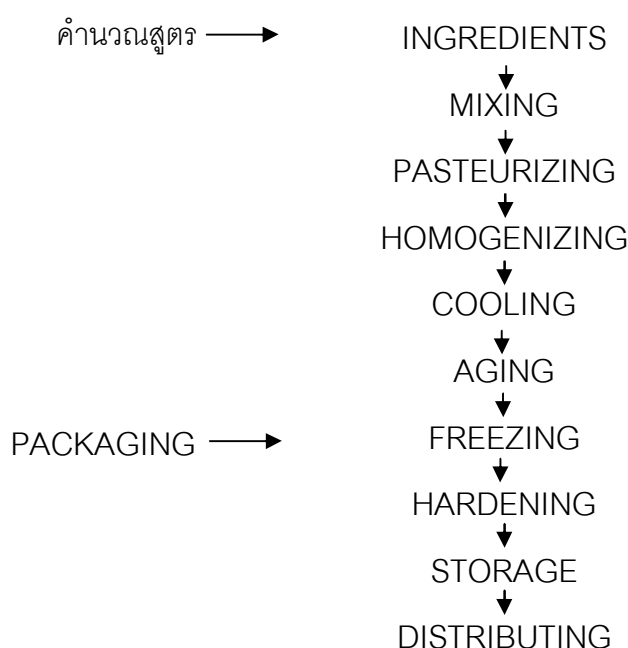
3. การโฮโมจีไนส์ (Homoinization) เพื่อให้ได้อิมัลชันที่คงที่เนื่องจาก มีส่วนที่เป็นไขมันนมรวมอยู่ด้วยจึงต้องโฮโมจีไนส์ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการโฮโมจีไนส์ จะใกล้เคียงกับอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์ การโฮโมจีไนส์เป็นการทำให้เม็ดไขมันแตกตัวเป็นเม็ดขนาดเล็กกลึง ซึ่งป้องกันการแยกชั้นของครีมแล้วยังช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม และทำให้การปั่น

ส่วนผสมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และใช้เวลาบ่มส่วนผสมไม่นานนักสามารถลดปริมาณการให้สารให้ความคงตัวให้น้อยลง

4. การบ่มส่วนผสม (Aging or Ripening) เป็นการเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 2-4 °ซ เพื่อให้โปรตีนนมและสารคงตัวเกิดการดูดน้ำและพองตัวที่สมบูรณ์ไขมันที่จับตัวกันทำให้จับอากาศขณะปั่นให้แข็งตัวได้ดี มีผลให้อิสกรีมที่เนียนและมีการกระจายตัวของอากาศมากขึ้น ส่วนผสมของไอศกรีมที่มีการบ่มจะทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพการปั่นไอศกรีม และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในส่วนที่เป็นไขมันและส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน โดยปกติสารให้ความคงตัวที่ใส่ในส่วนผสมไอศกรีม เมื่อได้รับความร้อนระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์มาเป็นตัวกระตุ้นและทำการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ จะให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ประโยชน์ของการบ่มส่วนผสมไอศกรีม ทำให้ได้ไอศกรีมที่มีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสดีขึ้น และทำให้การตีขึ้นฟูดีขึ้น เนื้อสัมผัสดีขึ้น เพิ่มความต้านทานในการละลายและช่วยให้มีความคงตัวที่ดีขึ้นเมื่อเก็บรักษาไอศกรีม

5. การปั่นไอศกรีม (Freezing) เป็นการตีให้อากาศเข้าไปในไอศกรีมและคนส่วนผสมจนกระทั่งกลายเป็นน้ำแข็งหรือเยือกแข็ง (Frozen) ซึ่งประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก เมื่อส่วนผสมกลายเป็นของแข็ง หรือส่วนผสมมีความเหนียวแล้วจะบรรจุในภาชนะก่อนนำไปแช่แข็งในห้องเย็น เพื่อทำให้เนื้อไอศกรีมทั้งหมดแข็งตัว (Hardening)

แผนผังสรุปกระบวนการผลิตไอศกรีม



ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสไอศกรีม

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสไอศกรีมขึ้นกับ จำนวน ขนาด รูปร่าง และการจัดเรียงตัวของผลึกน้ำแข็ง และอนุภาคอื่นๆ เนื้อสัมผัสของไอศกรีมนั้นมีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสของไอศกรีมที่ดีควรเนียน และให้ลักษณะที่น่าพึงพอใจเมื่อรับประทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีถือว่าเป็นเนื้อตำหนินั้นต้องมีลักษณะว่าไม่จับเป็นก้อน เนื้อไอศกรีมอ่อน หยาบ เป็นน้ำแข็ง หยาบเป็นทราย

ปัจจัยภายนอกหรือส่วนผสมที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสไอศกรีม ได้แก่

1. ปริมาณไขมัน ช่วยลดขนาดผลึกน้ำแข็งทำให้เนื้อสัมผัสเนียนในปาก
2. ปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัสของไอศกรีม โดยจะลดจุดเยือกแข็ง และเพิ่มปริมาณส่วนที่ไม่แข็ง พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยมีผลให้เกิดน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง ความเนียนของไอศกรีมจะเพิ่มขึ้น
3. สารให้ความหวาน การเพิ่มปริมาณน้ำตาลจะทำให้ความเนียนของไอศกรีมเพิ่มขึ้น สารให้ความหวานไม่เพียงแต่ให้ความหวานเท่านั้น แต่ยังเป็นปัจจัยในการควบคุมจุดเยือกแข็ง ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะมีผลให้ไอศกรีมแข็งตัวช้ากว่าไอศกรีมที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำกว่า
4. ปริมาณของแข็งทั้งหมด ไอศกรีมสูตรที่มีของแข็งสูงกว่า และปริมาณน้ำน้อยกว่า จะมีเนื้อสัมผัสที่เนียนกว่า
5. สารให้ความคงตัว สารให้ความคงตัวจะจับกับน้ำมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดสูงขึ้น และควบคุมขนาดของผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์แช่แข็ง การใช้สารให้ความคงตัวในระดับสูงเพียงพอมีผลทำให้สามารถป้องกันไม่ให้เกิดผลิตภัณฑ์แช่แข็งมีเนื้อสัมผัสหยาบ ซึ่งปริมาณดังกล่าวอาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นยางเหนียว

คุณลักษณะของไอศกรีมที่ดี

1. สี (colour) สีของไอศกรีมควรเป็นสีที่ดูแล้วน่ารับประทาน ไม่ซีด หรือขุ่นจนเกินไป ควรมีสีใกล้เคียงธรรมชาติของชนิดไอศกรีมนั้นๆ
2. ภาชนะบรรจุ (package) ต้องสะอาด สามารถดึงดูดความสนใจ และสร้างความประทับใจให้แก่ผู้บริโภค

3. คุณสมบัติการละลาย (melting characteristic) ไอศกรีมที่มีคุณภาพที่ดีควรละลายได้เล็กน้อยเมื่อวางในจานแก้ว ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 °ซ นาน 10-15 นาที

4. เนื้อและเนื้อสัมผัส (body and texture) อาจวัดด้วยความรู้สึกรับสัมผัสและการมองโดยสังเกตผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบจากการตัดผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคจะพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัสไอศกรีมที่มี ความละเอียด ความเนียน ความนุ่ม และขนาดเกล็ดน้ำแข็งเล็ก สำหรับลักษณะที่ว่าเป็นตำหนิของเนื้อและเนื้อสัมผัสไอศกรีม ได้แก่ ร่วนไม่แข็ง เป็นยางเหนียว อ่อนไม่แข็งตัว เป็นแผ่น หยาบคล้ายทราย ฟุเป็นปุย เนื้อแน่นหนัก หดตัว หยาบ เกล็ดน้ำแข็งใหญ่

5. กลิ่นรส (flavour) ต้องไม่มีกลิ่นรสดังต่อไปนี้

- กลิ่นไหม้ มีสาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์ผ่านอุณหภูมิที่สูงเกินไป เนื่องจากการใช้ความร้อนในผลิตภัณฑ์
- กลิ่นรสไม่เป็นธรรมชาติ
- ขาดกลิ่นรสที่ดี
- มีกลิ่นอับ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

การผลิตสารสกัดมะตูม

1. ผลมะตูมหั่นแว่นแห้ง
2. น้ำกลั่น
3. หม้อสแตนเลส
4. Hot plate
5. Vacuum rotary evaporator
6. Centrifugal machine (CENTRIKON – A6.9)

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

1. สารสกัดมะตูม
2. 1 mM DPPH in methanol
3. Methanol
4. Trolox solution ความเข้มข้น 10 มคก./มล.
5. 96 wells microplate
6. Micropipette ขนาด 20 , 200 และ 1000 มคค.
7. Microplate reader

สำหรับผลิตไอศกรีม

1. สารสกัดมะตูม
2. Whipping cream 35.5 %fat (ตราไฟโมสต์)
3. นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย 0%fat (ตราเมจิ)
4. น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)
5. เจลาติน 160 bloom BP. (บริษัทรวมเคมี)
6. น้ำกลั่น
7. น้ำแข็งเกล็ด
8. เกลือเม็ด

9. Mixer (Philips HR 1456)
10. Water bath
11. เครื่องปั่นไอศกรีม (HOMEMATE HOM-4002)

วิธีการวิจัย

การสกัดมะตูม

วิธีที่ 1

คัดเลือกผลมะตูมหั่นแฉ้งที่มีลักษณะแห้ง สะอาด และไม่มีแมลง ซึ่งให้น้ำหนัก 2,000 กรัม น้ำกลั่น 8,500 มล. (อัตราส่วนของมะตูมแห้งต่อน้ำ เท่ากับ 1 กรัม ต่อ 4.25 มล.) ใส่ลงในหม้อสแตนเลส ปิดฝา ตั้งบน hot plate เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อน้ำเดือดแล้วลดระดับความร้อนเป็นระดับ 1 เพื่อให้สามารถสกัดสารจากผลมะตูมได้อย่างเหมาะสม หลังจากนั้นยกกลง ตั้งทิ้งให้เย็น นำสารสกัดมะตูมที่ได้ไปทำให้เข้มข้นขึ้น โดยการระเหยน้ำบางส่วนออกด้วย Vacuum rotary evaporator ที่ 60 °ซ จนเหลือปริมาตร 1 ใน 3

วิธีที่ 2

คัดเลือกผลมะตูมหั่นแฉ้งที่มีลักษณะแห้ง สะอาด และไม่มีแมลง แล้วบดหยาบ ซึ่งให้น้ำหนัก 2,000 กรัม น้ำกลั่น 8,500 มล. (อัตราส่วนของมะตูมแห้งต่อน้ำ เท่ากับ 1 กรัม ต่อ 4.25 มล.) ใส่ลงในหม้อสแตนเลส ปิดฝา ตั้งบน hot plate เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อน้ำเดือดแล้วลดระดับความร้อนเป็นระดับ 1 เพื่อให้สามารถสกัดสารจากผลมะตูมได้อย่างเหมาะสม หลังจากนั้นยกกลง ตั้งทิ้งให้เย็น นำสารสกัดมะตูมที่ได้ไปทำการแยกตะกอนโดยการ centrifuge ด้วยความเร็ว 7,500 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 °ซ compensation -1.0 เป็นเวลา 10 นาที นำสารสกัดใส (supernatant) ที่แยกตะกอนแล้วมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -30 °ซ

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

1. เตรียมสารละลาย 1 mM DPPH ใน methanol
2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน (Trolox) ความเข้มข้น 10 มคก./มล. ใน methanol
3. เตรียมสารตัวอย่าง
 เจือจางสารสกัดมะตูม 400 เท่า ด้วยน้ำกลั่น
4. ทำกราฟมาตรฐาน antioxidation activity ของ สารละลายมาตรฐาน (Trolox)

ไปเปิดสารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 10,20,30,40,50,60,70 มคล. ลงใน 96 wells microplate ช่อง 2-8 ตามลำดับ แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 300 มคล. โดยที่ช่อง 1 เป็น blank หลังจากนั้นเติมสารละลาย DPPH 20 มคล. ลงทุกช่องโดยทำอย่างรวดเร็ว ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น L1 560 นาโนเมตร, L2 650 นาโนเมตร โดยเครื่อง microplate reader โดยทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง สร้างกราฟมาตรฐานของค่าดูดกลืนแสงกับ ปริมาณสารมาตรฐาน

5. วัดฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดมะตูม

ทำเช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐาน โดยที่ใช้สารละลายเจือจางของสารสกัดมะตูม แทนที่สารละลายมาตรฐาน แล้วนำผลที่ได้มาสร้างกราฟเทียบกับกราฟมาตรฐาน หาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดมะตูม โดยคำนวณหาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเป็นค่า Trolox equivalence เป็น มก/มล.

การเตรียมไอศกรีมมะตูม

1. การเตรียมไอศกรีมพื้นฐาน

ทำการเลือกปริมาณไขมันที่เหมาะสม โดยการเตรียมไอศกรีมตามสูตรในตารางที่ 3 และหาสัดส่วนปริมาณของ Whipping cream, นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย น้ำกลั่น และ น้ำตาลที่เหมาะสม

ตารางที่ 3 สูตรไอศกรีมพื้นฐาน

สูตร	ร้อยละของ fat	ปริมาณส่วนประกอบที่ใช้ (% w/w)				
		Whipping cream	นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย	น้ำตาลทรายขาว	เจลาติน	น้ำกลั่น
A	12	30.4	41.2	10	0.5	17.9
B	10	25.4	45.2	10	0.5	19.4
C	8	20.5	49.4	9	0.5	21.1
D	6	15.4	53.1	8.7	0.5	22.8
E	4	10.3	56.7	8.7	0.5	24.3

1.1 เลือกปริมาณไขมัน และความหวานตามต้องการ คำนวณปริมาณ

Whipping cream และ นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนยที่ต้องใช้

1.2 ชั่ง Whipping cream, นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย, น้ำตาลทรายขาว, น้ำกลั่น และเจลาติน

1.3 ผสม Whipping cream, นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย และน้ำกลั่น ให้เข้ากัน นำไปตั้งบน water bath อุณหภูมิต่ำ แล้วเติมน้ำตาล ก่อนที่อุณหภูมิจะถึง 49 °ซ คนให้น้ำตาลละลาย แล้วจึงเติมเจลาตินที่ละลายในน้ำ 60 °ซ ไว้แล้วในขณะที่ส่วนผสมมีอุณหภูมิประมาณ 38-49 °ซ คนให้เข้ากัน

1.4 ทำการพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมที่ได้ ที่อุณหภูมิ 68 °ซ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที

1.5 นำไปผสมให้เข้ากันดีขึ้นด้วยเครื่อง mixer

1.6 นำไปเข้าเครื่องปั่นไอศกรีม จนกระทั่งแข็งตัวพอเหมาะ

1.7 นำเข้าตู้เย็นที่อุณหภูมิ -30 °ซ เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำเข้าไปเก็บในช่องแช่แข็งของตู้เย็นธรรมดา

2. การเตรียมไอศกรีมมะตูม

เตรียมไอศกรีมมะตูมซึ่งประกอบด้วยสารสกัดมะตูม ร้อยละ 6 และ 10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก โดยเติมสารสกัดมะตูมตามต้องการลงในส่วนผสมของ Whipping cream, นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย และน้ำกลั่น แล้วทำขั้นตอนอื่นๆ ต่อไปเช่นเดียวกับไอศกรีมพื้นฐาน นำเข้าเครื่องปั่นไอศกรีมให้แข็งตัวพอเหมาะ หลังจากนั้น เก็บไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นธรรมดา

3. การเตรียมไอศกรีมเยลลี่มะตูม

เตรียมไอศกรีมเยลลี่มะตูมซึ่งมีสารสกัดมะตูมร้อยละ 15 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก

เตรียมเยลลี่มะตูมวิธีที่ 1

เตรียมเยลลี่มะตูมดังสูตรในตารางที่ 4 โดยการชั่งเจลาติน และตวงสารสกัดมะตูม และน้ำกลั่น แล้วกระจายเจลาตินลงในสารสกัดมะตูมที่ผสมกับน้ำกลั่นแล้ว นำไปตั้งอุณหภูมิต่ำบน water bath ให้เจลาตินละลาย เเทลงในภาชนะที่มีความหนาของชั้นเยลลี่มะตูมประมาณ 0.5 มม. นำไปแช่เย็น รอให้แข็งตัว จากนั้นนำมาตัดเป็นชิ้นรูปลูกบาศก์ขนาด 0.5 x 0.5 มม. แล้วทำการผสมกับไอศกรีมพื้นฐานที่ยังไม่แข็งตัว นำเข้าเครื่องปั่นไอศกรีมให้แข็งตัวพอเหมาะ เก็บไอศกรีมเยลลี่มะตูมไว้ในช่องแช่แข็งเช่นเดียวกับไอศกรีมมะตูม

ตารางที่ 4 สูตรเยลลี่มะตูมของการเตรียมเยลลี่มะตูมวิธีที่ 1

สูตร	ปริมาณส่วนประกอบที่ใช้			
	สารสกัดมะตูม (%v/v)	เจลาติน (%w/v)	น้ำตาลทรายขาว(%w/v)	น้ำกลั่น (%v/v)
1	61	17	31	14
2	62	15	31	15
3	63	13	31	16

เตรียมเยลลี่มะตูมวิธีที่ 2

เตรียมเยลลี่มะตูมดังสูตรในตารางที่ 5 โดยการชั่งเจลาติน และตวงสารสกัดมะตูมและน้ำกลั่น แล้วกระจายเจลาตินลงในสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมที่ผสมกับน้ำกลั่นแล้วนำไปตั้งอุณหภูมิตั้งที่ water bath ให้เจลาตินละลาย นำมาหยดลงบนไอศกรีมที่อ่อนตัวเล็กน้อย จากนั้น นำเข้าเครื่องปั่นไอศกรีมให้แข็งตัวพอเหมาะ เก็บไอศกรีมเยลลี่มะตูมไว้ในช่องแช่แข็งเช่นเดียวกับไอศกรีมมะตูม

การคัดเลือกเยลลี่มะตูมโดยเปรียบเทียบลักษณะของเยลลี่มะตูมในสูตร a – d และเลือกสูตรที่ให้เยลลี่มะตูมที่มีลักษณะนุ่มพอเหมาะเมื่ออยู่ในเนื้อไอศกรีม การละลายที่ใกล้เคียงกับไอศกรีมเมื่อรับประทาน อัตราเร็วของการแข็งตัวที่สามารถแข็งตัวเป็นขึ้นเยลลี่ได้ทันทีที่ใส่ลงในเนื้อไอศกรีม ไม่ละลายปนไปกับเนื้อไอศกรีม และมีความหวานที่เหมาะสม

ตารางที่ 5 สูตรเยลลี่มะตูมของการเตรียมเยลลี่มะตูมวิธีที่ 2

สูตร	ปริมาณส่วนประกอบที่ใช้			
	สารสกัดมะตูม (%v/v)	เจลาติน (%w/v)	น้ำตาลทรายขาว(%w/v)	น้ำกลั่น (%v/v)
a	62	15	31	15
b	63	13	31	16
c	57	11	38	19
d	55	8	44	18

การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic Scale

ทำการประเมินประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะตูม 3 ตัวอย่าง คือ

ไอศกรีมมะตูมซึ่งประกอบด้วยสารสกัดมะตูมร้อยละ 6 เป็นตัวอย่างหมายเลข 789

ไอศกรีมมะตูมซึ่งประกอบด้วยสารสกัดมะตูมร้อยละ 10 เป็นตัวอย่างหมายเลข 572

ไอศกรีมเยลลี่มะตูมซึ่งประกอบด้วยสารสกัดมะตูมร้อยละ 15 เป็นตัวอย่างหมายเลข 955 โดยผู้ประเมิน 50 คน ซึ่งมีช่วงอายุ 19 – 45 ปี ทั้งนี้โดยเปรียบเทียบความชอบและความเข้ม (Intensity)

ในแต่ละคุณลักษณะ และความชอบโดยรวม

การแปลผลจากสถิติ

จากข้อมูลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมมะตูม 3 สูตร กำหนดให้ช่วง

คะแนนความชอบ “ไม่ชอบมากที่สุด” = 1 และ “ชอบมากที่สุด” = 9 และในส่วนของความเข้ม

“เข้มน้อย” = 1 และ “เข้มนมาก” = 9 ในแต่ละคุณลักษณะ แล้วแปลผลข้อมูลโดย Analysis of Variance (ANOVA)

ผลการวิจัย

การสกัดมะตูม

วิธีที่ 1

เมื่อทำการสกัดมะตูมด้วยน้ำที่ 100 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้สารสกัดสีน้ำตาล ลักษณะค่อนข้างใส มีรสขมเล็กน้อย หลังจากระเหยน้ำออกบางส่วนจนเหลือปริมาตร 1 ใน 3 ได้สารสกัดมะตูมเข้มข้นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งต้องใช้เวลานานในการระเหยน้ำออกจากสารสกัดมะตูม

วิธีที่ 2

เมื่อทำการสกัดมะตูมด้วยน้ำที่ 100 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้สารสกัดสีน้ำตาลเข้ม มีรสขมเล็กน้อย และมีตะกอนอยู่ปริมาณมาก หลังจากที่ผ่านมากระบวนการแยกตะกอนออกแล้ว จะได้สารสกัดใสสีน้ำตาลเข้ม และตะกอนสีน้ำตาลอ่อนซึ่งจะไม่นำมาใช้

Yield ของสารสกัดมะตูม = 4,135 มล. จากมะตูมแห้ง 2,000 กรัม

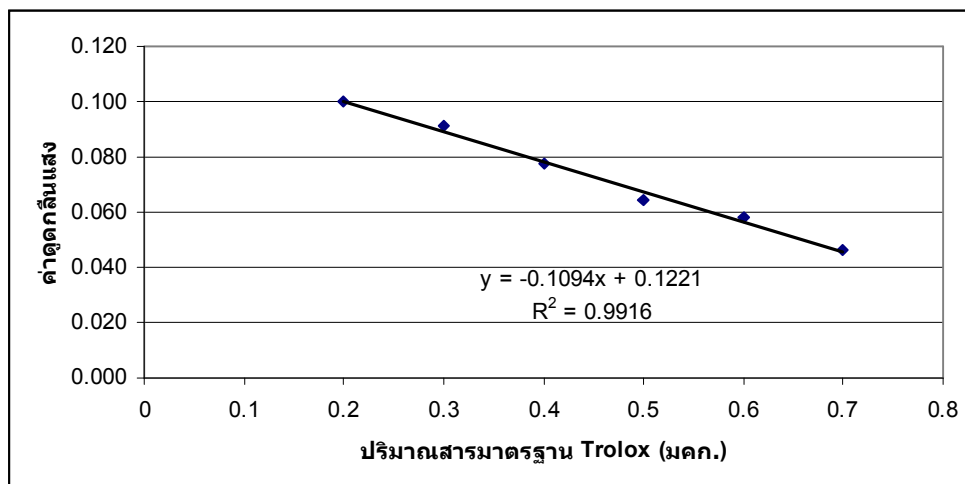
คิดเป็น yield 2.07 % v/w

เลือกสารสกัดมะตูมที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีที่ 2 พัฒนาเป็นไอศกรีมมะตูมต่อไป

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

เมื่อทำการทดสอบโดยวิธีดูความคงตัวของอนุมูลอิสระของ

Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) ซึ่งใช้ Vitamin E analog (Trolox) เป็นสารมาตรฐาน เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้กราฟ antioxidant activity ของสารมาตรฐาน (Trolox) ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 5 กราฟ Antioxidant activity ของ สารมาตรฐาน (Trolox)

1. การคำนวณปริมาณของสารมาตรฐาน Trolox

เมื่อใช้สารละลายมาตรฐาน(Trolox) ความเข้มข้น 10 มคก./มล.ปริมาตร 50 มคล.

สารละลายมาตรฐาน 1000 มคล. (1 มล.) มีปริมาณ Trolox 10 มคก.

สารละลายมาตรฐาน 50 มคล. มีปริมาณ Trolox $10 \times \frac{50}{1000} = 0.5$ มคก.

2. การหาความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH) ของสารมาตรฐาน (Trolox)

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(A_o - A_c) \times 100}{A_o}$$

ตัวอย่างการคำนวณ ณ ปริมาณสารมาตรฐาน 0.5 มคก.

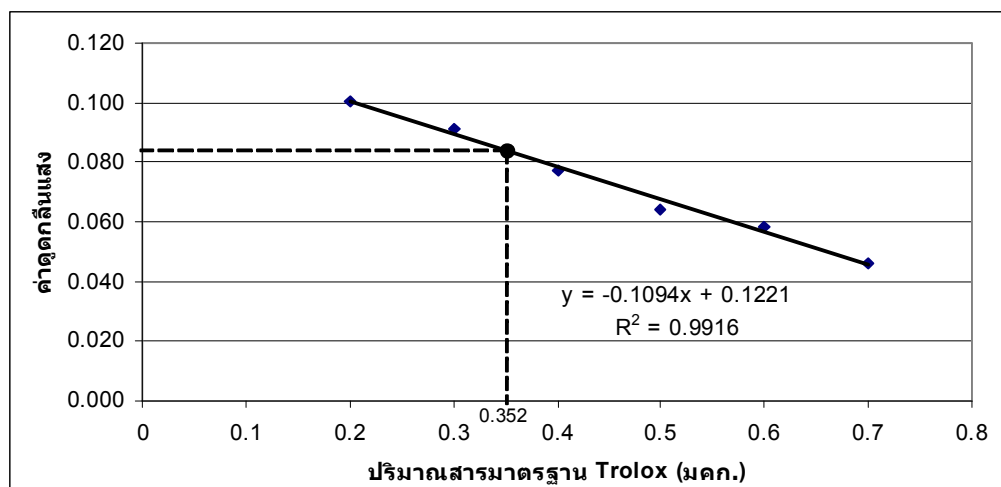
$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(0.106 - 0.06) \times 100}{0.106} = 39.5$$

ซึ่งหมายความว่า สารมาตรฐาน 0.5 มคก.สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH)

ได้ 39.5 %

3. การคำนวณหาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดมะตูมเทียบกับสารมาตรฐาน (Trolox)

จากผลการทดลอง ค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารสกัดมะตูม มีค่า 0.084 ซึ่งใช้สารสกัดมะตูม 50 มคล. เมื่อนำค่ามาตัดกราฟมาตรฐานจะได้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (antioxidant activity) เทียบเท่ากับ Trolox 0.35 มคก. ดังในรูปที่ 2



รูปที่ 6 กราฟแสดง Antioxidant activity ของสารสกัดมะตูม

จากสารสกัดมะตูมที่เจือจาง 400 เท่า ปริมาตร 50 มคล. มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นเทียบเท่ากับ Trolox 0.35 มคก. คิดเป็น 0.35 มคก. / 50 มคล. เท่ากับ 7.04 มคก. / มล.

ดังนั้น เมื่อคิดเทียบเป็นสารสกัดมะตูมก่อนเจือจาง จะมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นเทียบเท่ากับ Trolox เท่ากับ $7.04 \text{ มคก. / มล.} \times 400 = 2.816 \text{ มก./มล.}$

ซึ่งหมายความว่า สารสกัดมะตูม 1 มล. มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นเทียบเท่ากับ Trolox 2.816 มก.

การเตรียมไอศกรีมพื้นฐาน

ลักษณะของไอศกรีมพื้นฐาน สูตร A – E ดังรายละเอียดในตารางที่ 5 ตารางที่ 6 ลักษณะของไอศกรีมพื้นฐานสูตรต่างๆ

สูตร	ลักษณะของไอศกรีม		
	เนื้อสัมผัส	ความมัน	ความหวาน
A	เนื้อเนียนละเอียด	รสมันมาก	หวานมาก
B	เนื้อเนียนละเอียด	รสมันค่อนข้างมาก	หวานมาก
C	เนื้อเนียน	รสมันปานกลาง	หวาน
D	เนื้อเนียน	รสมันกำลังดี	หวานพอเหมาะ
E	เนื้อค่อนข้างหยาบ	รสไม่มัน	หวานพอเหมาะ

จากการทดลองพบว่า ไอศกรีมสูตร D มีลักษณะที่เหมาะสม จึงเลือกสูตรนี้เพื่อใช้พัฒนา
ต่อไปเป็นไอศกรีมมะตูม

การเตรียมไอศกรีมมะตูม

สูตรที่ 1 ไอศกรีมสารสกัดมะตูมร้อยละ 6 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก

ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อเนียน สีครีมออกน้ำตาล รสชาติหวานพอเหมาะ ไม่มีรสขม มี
กลิ่นของมะตูมเล็กน้อย

สูตรที่ 2 ไอศกรีมสารสกัดมะตูมร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก

ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อเนียน สีน้ำตาลอ่อน รสชาติหวานพอเหมาะ ไม่มีรสขม มีกลิ่น
ของมะตูมมากกว่าสูตรที่ 1 เล็กน้อย

สูตรที่ 3 ไอศกรีมเยลลี่มะตูม

จากการเตรียมเยลลี่มะตูมโดยวิธีที่ 1 และ 2 และเติมลงในไอศกรีมสูตรพื้นฐาน สูตร
D พบว่าได้ผลดังในตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ
ตารางที่ 7 ลักษณะของเยลลี่มะตูมสูตรต่างๆ ที่เตรียมโดยวิธีที่ 1 เมื่อเติมลงในไอศกรีมพื้นฐาน
สูตร D

สูตร	ลักษณะของเยลลี่มะตูม		
	เนื้อสัมผัส	การละลาย	รสชาติ
1	แข็งมาก	ละลายช้ากว่าไอศกรีมมาก	ขม, หวานพอเหมาะ
2	แข็งเกินไป	ละลายช้ากว่าไอศกรีมมาก	ขม, หวานพอเหมาะ
3	ค่อนข้างแข็ง	ละลายช้ากว่าไอศกรีม	ขม, หวานพอเหมาะ

จากการทดลองพบว่า เยลลี่มะตูมสูตร 1 และ 2 มีลักษณะที่แข็งมากเกินไป ไม่
เหมาะสมกับการรับประทาน ส่วนเยลลี่มะตูมสูตร 3 มีลักษณะที่นุ่มลง แต่ยังคงค่อนข้างแข็งอยู่ ซึ่ง
ไม่เหมาะสมเช่นกัน

ตารางที่ 8 ลักษณะของเยลลี่มะตูมสูตรต่างๆ ที่เตรียมโดยวิธีที่ 2 เมื่อเติมลงในไอศกรีมพื้นฐาน
สูตร D

สูตร	ลักษณะของเยลลี่มะตูม		
	เนื้อสัมผัส	การละลาย	รสชาติ
a	แข็งเกินไป	ละลายช้ากว่าไอศกรีมมาก	ขม, หวานพอเหมาะ
b	ค่อนข้างแข็ง	ละลายช้ากว่าไอศกรีม	ขม, หวานพอเหมาะ
c	ค่อนข้างแข็ง	ละลายช้ากว่าไอศกรีม	ไม่ขม, หวานพอเหมาะ
d	นุ่มกำลังดี	ละลายได้ใกล้เคียงกับเนื้อไอศกรีม	ไม่ขม, หวานพอเหมาะ

จากการทดลองพบว่า เยลลี่มะตูมสูตร d มีลักษณะที่นุ่มกำลังดี สามารถละลายได้ใกล้เคียงกับเนื้อไอศกรีม ซึ่งเหมาะสมกับการรับประทาน จึงเลือกเยลลี่มะตูมสูตร d พัฒนาต่อเป็นไอศกรีมเยลลี่มะตูม

ในการเตรียมไอศกรีมเยลลี่มะตูมพบว่า เยลลี่มะตูมมีลักษณะคล้ายหยดน้ำ มีสีน้ำตาลเข้ม กระจายตัวอยู่ในเนื้อไอศกรีม จากการคำนวณ เนื้อไอศกรีม 100 กรัม น่าจะมีเยลลี่มะตูมอยู่ในปริมาณที่คิดเป็นสารสกัดมะตูมเท่ากับร้อยละ 15 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักของไอศกรีมเยลลี่มะตูม



ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1



ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 2



ไอศกรีมเยลลี่มะตูม

รูปที่ 7 ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1, 2 และไอศกรีมเยลลี่มะตูม

การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic Scale

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale มีผู้ประเมินจำนวน 50 คน ซึ่งมีช่วงอายุตั้งแต่ 19 – 45 ปี โดยจะแทนสูตรไอศกรีมทั้ง 3 สูตร เป็นผลิตภัณฑ์หมายเลขต่างๆ ดังนี้

- สูตรที่ 1 ไอศกรีมรสส้กัฒมะตุ้มร้อยละ 6 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก) เป็นตัวอย่าง หมายเลข 789
- สูตรที่ 2 ไอศกรีมรสส้กัฒมะตุ้มร้อยละ 10 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก) เป็นตัวอย่าง หมายเลข 572
- สูตรที่ 3 ไอศกรีมเยลลี่มะตุ้ม(รสส้กัฒมะตุ้มร้อยละ 15 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) เป็นตัวอย่างหมายเลข 955

ซึ่งผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale จะแสดงในรูปของคะแนนความชอบเฉลี่ย ซึ่งสามารถแปลผลของคะแนนดังนี้

- 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด
- 2 คะแนน คือ ไม่ชอบมาก
- 3 คะแนน คือ ไม่ชอบปานกลาง
- 4 คะแนน คือ ไม่ชอบเล็กน้อย
- 5 คะแนน คือ เฉยๆ
- 6 คะแนน คือ ชอบเล็กน้อย
- 7 คะแนน คือ ชอบปานกลาง
- 8 คะแนน คือ ชอบมาก
- 9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบว่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละสูตร ทั้งในเรื่องความชอบและระดับความเข้มข้น มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยแสดงอยู่ในรูปของตัวอักษร A และ B โดยสามารถแปลผลทางสถิติได้ดังนี้

- ถ้าผลที่ได้เป็นตัวอักษรที่แตกต่างกัน คือ A กับ B แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ถ้าผลที่ได้มีการใช้ตัวอักษรร่วมกัน คือ A กับ AB, AB กับ B หรือผลที่ได้เป็นตัวอักษรเดียวกัน คือ A กับ A, B กับ B แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยผลจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale จะแสดงดังในตารางที่ 9 - 17

ตารางที่ 9 คุณลักษณะสี

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความเข้มของสี อ่อนมาก → เข้มมาก	
No.955	7.00	A	3.84	B
No.789	6.40	AB	4.42	B
No.572	5.84	B	5.90	A

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะสีของไอศกรีม No.955 กับ No.789 ไม่แตกต่างกัน แต่มีความพึงพอใจในลักษณะสีของไอศกรีม No.955 มากกว่า No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) โดยคะแนนความชอบของ No.789 ไม่แตกต่างจาก No.572 โดยผลการประเมินระดับความเข้มสีของไอศกรีมพบว่า No.955 และ No.789 มีสีของไอศกรีมระดับที่อ่อนกว่า No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจในสีของไอศกรีมที่อ่อนกว่าของ No.955 โดยที่เนื้อไอศกรีมของ No.955 จะมีสีครีมคล้ายกับไอศกรีมพื้นฐาน เนื้อไอศกรีมของ No.789 จะมีสีครีมออกน้ำตาล ส่วนเนื้อไอศกรีมของ No.572 จะมีสีน้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 10 คุณลักษณะกลิ่น

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความเข้มของกลิ่น อ่อนมาก → แรงมาก	
No.955	5.52	A	3.68	B
No.789	5.06	A	4.20	AB
No.572	5.20	A	4.78	A

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะกลิ่นของไอศกรีม No.955, No.789 และ No.572 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลการประเมินระดับความเข้มของกลิ่นไอศกรีมพบว่า No.955 มีความเข้มของกลิ่นในระดับที่อ่อน

ไม่แตกต่างจาก No.789 แต่มีความเข้มข้นของกลิ่นของ No.955 อยู่ในระดับที่อ่อนกว่า No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ความเข้มข้นของกลิ่นของ No.789 ไม่แตกต่างจาก No.572 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นของกลิ่นไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในเรื่องกลิ่น

ตารางที่ 11 คุณลักษณะเนื้อไอศกรีม

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความหยาบ-ละเอียด ของเนื้อไอศกรีม หยาบ → ละเอียด	
No.955	6.38	A	5.72	A
No.789	4.92	B	3.46	B
No.572	4.78	B	4.06	B

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะเนื้อไอศกรีม No.955 มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ No.789 และ No.572 โดยผลการประเมินระดับความหยาบ-ละเอียดของเนื้อไอศกรีมพบว่า No.955 มีเนื้อไอศกรีมที่ละเอียดกว่า No.789 และ No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบพึงพอใจในเนื้อไอศกรีมที่มีความละเอียดมากกว่า

ตารางที่ 12 คุณลักษณะรสหวาน

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความหวาน ไม่หวาน → หวานมาก	
No.955	6.68	A	5.06	A
No.789	6.22	A	4.62	A
No.572	5.34	B	4.68	A

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะรสหวานของไอศกรีม No.955 ไม่แตกต่างจาก No.789 แต่มีความพึงพอใจในรสหวานของไอศกรีม No.955 และ No.789 มากกว่า No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลการประเมินระดับ

ความหวานของไอศกรีมพบว่า No.955 , No.789 และ No.572 มีระดับความหวานที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 13 คุณลักษณะรสมัน

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความมัน	
			ไม่มัน	มันมาก
No.955	6.40	A	5.26	A
No.789	6.04	AB	5.08	A
No.572	5.58	B	4.86	A

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะรสมันของไอศกรีม No.955 ไม่แตกต่างจาก No.789 แต่มีความพึงพอใจในรสมันของไอศกรีม No.955 มากกว่า No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลการประเมินระดับความมันของไอศกรีมพบว่า No.955 , No.789 และ No.572 มีระดับความมันที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 14 คุณลักษณะรสขม

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความขม	
			ไม่ขม	ขมมาก
No.955	7.94	A	1.40	B
No.789	7.70	A	1.42	B
No.572	7.30	B	1.92	A

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะรสขมของไอศกรีม No.955 ไม่แตกต่างจาก No.789 แต่มีความพึงพอใจในรสขมของไอศกรีม No.955 และ No.789 มากกว่า No.572 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลการประเมินระดับความขมของไอศกรีมพบว่า No.955 และ No.789 มีระดับความขมน้อยกว่า No.572 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงว่า No.572 มีความขมมากกว่า No.955 และ No.789 ผู้ประเมินจึงไม่ชอบ

ตารางที่ 15 คุณลักษณะการละลาย

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ		ระดับความเร็วในการละลาย เร็วมาก → ช้ามาก	
No.955	6.62	A	3.64	A
No.789	5.42	B	3.56	A
No.572	6.16	A	3.98	A

จากการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจในลักษณะการละลายของไอศกรีม No.955 ไม่แตกต่างจาก No.572 แต่มีความพึงพอใจในลักษณะการละลายของไอศกรีม No.955 และ No.789 มากกว่า No.789 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลการประเมินระดับความเร็วในการละลายของไอศกรีมพบว่า No.955 , No.789 และ No.572 มีระดับความเร็วในการละลายของไอศกรีมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 16 คุณลักษณะของเยลลี่มะตูมในไอศกรีม No.955

ความแข็งของเยลลี่มะตูม		ความหวานของเยลลี่มะตูม	
คะแนนความชอบ	ระดับความแข็ง	คะแนนความชอบ	ระดับความหวาน
6.70	4.38	6.88	4.88

จากการประเมินความแข็งและความหวานของเยลลี่มะตูม พบว่าคะแนนอยู่ในระดับ "ชอบเล็กน้อย" ถึง "ชอบปานกลาง" โดยเยลลี่จะมีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะคล้ายหยดน้ำ ซึ่งเกิดจากการใช้วิธีหยดลงในไอศกรีม

ตารางที่ 17 ผลการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ	
No.955	7.44	A
No.789	6.58	B
No.572	6.26	B

จากการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจ
 ลักษณะโดยรวมของ No.955 มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$)
 กับ No.789 และ No.572 โดยที่คะแนนความชอบของ No.789 และ No.572 ไม่แตกต่างกัน

วิจารณ์ผลการวิจัย

การสกัดมะตูม

ในการสกัดมะตูมโดยวิธีที่ 1 ซึ่งใช้ผลมะตูมหั่นแฉ่งแห้งทั้งชิ้น จะได้สารสกัดมะตูมที่ไม่เข้มข้น จึงต้องทำการระเหยน้ำบางส่วนออกเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดมะตูม โดยใช้เครื่อง Vacuum rotary evaporator ซึ่งใช้ระยะเวลาานาน วิธีนี้จึงไม่เหมาะสมสำหรับการสกัดมะตูม ดังนั้นจึงพัฒนาเป็นวิธีที่ 2 ซึ่งบดหยาบผลมะตูมแห้งก่อน นำไปสกัดกับน้ำ 100 °ซ เพื่อทำการสกัดมะตูม จะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของมะตูมกับน้ำ ทำให้สามารถสกัดสารสำคัญออกจากผลมะตูมได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะได้สารสกัดจากมะตูมเข้มข้นมีสีน้ำตาลเข้ม แต่มีข้อเสีย คือ มีตะกอนละเอียดอยู่จำนวนมาก ไม่สามารถใช้วิธีการกรองเพื่อแยกตะกอนได้ ต้องทำการแยกตะกอนออกโดยวิธีการ centrifuge พบว่าในการ centrifuge ใช้ความเร็วสูงจะก่อให้เกิดความร้อนขึ้น จึงควรใช้เครื่อง centrifuge ที่มีระบบหล่อเย็น เพื่อรักษาอุณหภูมิของสารสกัดไม่ให้สูงเกินไป เพราะความร้อนอาจทำให้สารสกัดเสื่อมสภาพได้ ภายหลังแยกตะกอนออกแล้วจะได้สารสกัดใสสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมะตูมต่อไป วิธีการเก็บรักษาสารสกัดมะตูมทำโดยบรรจุสารสกัดมะตูมลงในภาชนะปิดสนิท แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ -30 °ซ เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและแบคทีเรียที่จะทำให้สารสกัดมะตูมเน่าเสีย

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

สารสกัดมะตูมที่แช่แข็งไว้ เมื่อใช้ทดสอบต้องทำให้ละลายก่อน โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อละลายหมดได้เป็นสารละลายสีน้ำตาลเข้มแล้วจึงใช้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน สารสกัดมะตูมมีความเข้มข้นสูงต้องทำการเจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ DPPH ได้พอดีหรือมีปริมาณ DPPH เหลืออยู่ เพื่อที่จะสามารถวัดค่าดูดกลืนแสงของ DPPH ได้ ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยจะไม่ใช่ methanol เพราะ methanol สามารถตกตะกอนกับสารสกัดมะตูมได้ ส่วนของสารมาตรฐาน (Trolox) ที่มีความเข้มข้น 10 มก./มล. ต้องทำการเจือจางเช่นกัน โดยเจือจางให้ได้ความเข้มข้นที่มีค่าดูดกลืนแสงใกล้เคียงกับสารสกัดมะตูมที่เจือจาง เพื่อสามารถเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดเข้มข้นจาก

มะตูมกับสารมาตรฐาน (Trolox) ได้ การแปลผลฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นของสารสกัดเข้มข้นจากมะตูม รายงานเป็น ปริมาณของสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมปริมาณ 1 มล. มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น เทียบเท่ากับสารมาตรฐาน (Trolox) ในปริมาณเท่าไร

การเตรียมไอศกรีมพื้นฐาน

ปริมาณไขมันในไอศกรีมเป็นสิ่งสำคัญ ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันสูงเนื้อไอศกรีมจะมีลักษณะเนียนละเอียด แต่ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำเนื้อไอศกรีมจะค่อนข้างหยาบและมีความคงตัวต่ำ ในทางตรงกันข้าม รสชาติของไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำจะมีความมันเลี่ยนน้อยกว่า ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะการบริโภคของคนไทย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเลือกสูตรไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำซึ่งมีค่าประมาณ 6-10 % มาพัฒนาเป็นไอศกรีมมะตูม โดยเลือกใช้ whipping cream เป็นแหล่งให้ไขมัน ผสมกับนมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย เพราะมีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นไหม้ของนม ซึ่งในส่วนของนมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนยจะต้องใช้น้ำผสมด้วยอัตราส่วน นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย 70 % และน้ำ 30 % เพื่อลดความมันเลี่ยนของนม แต่เมื่อปริมาณไขมันต่ำและมีน้ำปริมาณสูง จะได้เนื้อไอศกรีมที่ไม่เนียนและไม่คงตัว จึงต้องใช้สารให้ความคงตัวเพื่อให้เนื้อไอศกรีมเนียนและคงตัวมากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ กัมชนิดต่างๆ เป็นสารให้ความคงตัว แต่ด้วยคุณสมบัติของกัมจะมีกลิ่นเฉพาะที่ค่อนข้างเหม็น จึงเลือกใช้เจลาตินเป็นสารให้ความคงตัว ซึ่งเจลาตินจะไม่มีกลิ่น และมีคุณสมบัติให้ความคงตัวที่ดี ในการวิจัยนี้เลือกใช้ เจลาติน 160 bloom ปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก โดยเจลาตินที่ใช้ต้องละลายในน้ำก่อนใส่ลงในส่วนผสมอื่นๆ เพื่อให้เจลาตินทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัวได้อย่างเต็มที่ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีเนื้อเนียน และมีความคงตัวที่เหมาะสม ในกรณีที่มีปริมาณน้ำสูงขึ้น อัตราส่วนของของแข็งจะลดลง ทำให้เนื้อไอศกรีมมีลักษณะที่หยาบขึ้น ต้องเพิ่มเติมส่วนผสมอื่นที่ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งในสูตร เช่น กลูโคสไซรัป คอรันไซรัป นมผงขาดมันเนย เป็นต้น

ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่า ไอศกรีมพื้นฐานสูตร A และ B แม้จะให้เนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียด เนื่องจากมีปริมาณไขมันสูง 12 และ 10 %w/w ตามลำดับ แต่จะมีรสชาติที่มันซึ่งไม่เหมาะสมกับผู้บริโภค จึงลดปริมาณไขมันเป็น 8 %w/w ในไอศกรีมพื้นฐานสูตร C ซึ่งทำให้รสชาติมันลดลง แต่ยังคงไม่เหมาะสมกับผู้บริโภคเช่นกัน ดังนั้นจึงลดปริมาณไขมันลงเหลือเพียง 6

%w/w ในไอศกรีมพื้นฐานสูตร D ได้ไอศกรีมพื้นฐานที่มีเนื้อสัมผัสเนียน รสมันกำลังดี ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสม เมื่อลดปริมาณไขมันลงอีกเป็น 4%w/w ในไอศกรีมพื้นฐานสูตร E พบว่าจะได้ไอศกรีมพื้นฐานที่มีรสชาติไม่มัน แต่เนื้อสัมผัสค่อนข้างหยาบ เนื่องจากปริมาณของน้ำที่สูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณของแข็งลดลง ผลึกของน้ำจะมีลักษณะที่ใหญ่ขึ้น ทำให้ไม่น่ารับประทาน เพราะฉะนั้น ไอศกรีมพื้นฐานสูตร D จึงมีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการพัฒนาต่อเป็นไอศกรีมมะตูม

การเตรียมไอศกรีมมะตูม

ปริมาณสารสกัดมะตูมที่เลือกใช้เตรียมเป็นไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1 และ 2 คือ ปริมาณที่ทำให้ได้ไอศกรีมมะตูมที่มีกลิ่นและรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ซึ่งสามารถลดหรือเพิ่มปริมาณสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมได้ตามความต้องการ เมื่อปริมาณสารสกัดมะตูมสูงขึ้น จะได้ไอศกรีมมะตูมที่มีสีเข้มขึ้น และมีกลิ่นของมะตูมแรงขึ้นด้วย ดังเช่น ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมมากกว่าสูตร 1 ลักษณะของไอศกรีมจึงมีสีและกลิ่นที่เข้มกว่า

ในขั้นตอนการเตรียมไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1 และ 2 ต้องผสมสารสกัดมะตูมกับส่วนผสมที่เป็นของเหลวอื่นๆ แล้วคนให้เข้ากันดี นำไปตั้งบน water bath แล้วจึงเติมส่วนผสมที่เป็นของแข็งและเจลาตินที่เตรียมไว้ ตามลำดับ ทำการพาสเจอร์ไรซ์ตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด แล้วนำไปปั่นโดยเครื่องปั่นไอศกรีม เพื่อให้สารสกัดเข้มข้นจากมะตูมเข้ากันได้ดีกับส่วนผสมอื่นๆ เมื่อใช้สารสกัดมะตูมปริมาณสูง จะทำให้ไอศกรีมมะตูมมีกลิ่นของมะตูมแรงและมีรสขม การเตรียมสารสกัดมะตูมในรูปของเยลลี่มะตูม เพื่อเตรียมเป็นไอศกรีมเยลลี่มะตูมสูตรที่ 3 จึงเป็นการช่วยกลบรสของมะตูม และน่าจะเพิ่มการยอมรับของผู้บริโภคได้ ในการเตรียมเยลลี่มะตูมสิ่งสำคัญ คือ ปริมาณของเจลาตินที่ใช้ เพื่อให้ได้เยลลี่ที่มีลักษณะนุ่ม ไม่แข็งจนเกินไป และละลายในเวลาใกล้เคียงกับไอศกรีม ซึ่งควรทดสอบความแข็งของเยลลี่มะตูมโดยการรับประทานพร้อมกับไอศกรีม

การคัดเลือกสูตรเยลลี่มะตูม

การเตรียมเยลลี่มะตูมโดยวิธีที่ 1 ซึ่งใช้วิธีการเทเยลลี่มะตูมลงภาชนะให้มีลักษณะเป็นแผ่น ปล่อยให้แข็งตัว แล้วจึงตัดเป็นชิ้นนั้น ลักษณะของเยลลี่มะตูมที่ต้องการ คือ ต้องมีความแข็งพอเหมาะที่จะสามารถหั่นได้ แต่เมื่อรับประทานพร้อมกับไอศกรีม พบว่าเยลลี่มะตูมที่หั่นเป็นรูปลูกบาศก์ได้นี้มีความแข็งมากเกินไปและละลายช้า ใช้เวลาการละลายนานกว่าไอศกรีมมาก จึงไม่

เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นไอศกรีมเยลลี่มะตูม สำหรับเยลลี่มะตูมสูตรที่ 3 ได้ลดปริมาณเจลาตินลง เป็น 13 %w/v ได้เยลลี่มะตูมที่มีความแข็งลดลงและสามารถละลายได้ในเวลาที่ใกล้เคียงกับ ไอศกรีม แต่มีปัญหาในขั้นตอนการหั่นเยลลี่เป็นชิ้น เพราะเยลลี่จะหลอมละลายระหว่างการหั่น ทำให้วิธีนี้ไม่สะดวกในการเตรียมเยลลี่มะตูม จึงพัฒนาการเตรียมเยลลี่มะตูมโดยหลีกเลี่ยงวิธีการหั่น เป็นรูปลูกบาศก์ ทั้งนี้โดยปรับเปลี่ยนวิธีการเตรียมเยลลี่มะตูมเป็นวิธีที่ 2 ซึ่งใช้การหยดเยลลี่มะตูม ที่ยังหลอมตัวอยู่ลงในไอศกรีมพื้นฐาน เพื่อให้เยลลี่มะตูมแข็งตัวทันทีในเนื้อไอศกรีม จะได้เยลลี่ มะตูมที่มีลักษณะคล้ายหยดน้ำ กระจายตัวอยู่ในเนื้อไอศกรีม และวิธีนี้สามารถใช้เจลาตินปริมาณ ต่ำได้ คือ เยลลี่มะตูมสูตร d ที่มีปริมาณเจลาติน 8 %w/v ทำให้เยลลี่มะตูมมีลักษณะนิ่ม พอดี ละลายได้ในเวลาที่ใกล้เคียงกับไอศกรีม มีความหนืดและการแข็งตัวที่เหมาะสมในการ เตรียมเป็นเยลลี่มะตูม และพัฒนาเป็นไอศกรีมเยลลี่มะตูม นอกจากนี้ยังพบว่าความหวานของ เยลลี่มะตูม ก็จะมีผลต่อความหนืดของเยลลี่มะตูม และความพึงพอใจของผู้บริโภค ปริมาณ น้ำตาลที่เหมาะสมคือ 44 %w/v

ไอศกรีมเยลลี่มะตูมสูตรที่ 3 ซึ่งใช้เยลลี่มะตูมสูตร d จะได้ไอศกรีมที่มีเยลลี่มะตูมกระจาย ตัวอยู่ (คิดเป็นความเข้มข้นของสารสกัดมะตูมเท่ากับ 15 %v/w ในไอศกรีมเยลลี่มะตูม) เนื้อ ไอศกรีมมีสีขาวออกครีมเหมือนกับไอศกรีมพื้นฐาน ซึ่งจะแตกต่างจากไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1 และ 2 ที่เนื้อไอศกรีมจะมีสีน้ำตาลจากสารสกัดเข้มข้นจากมะตูม และมีกลิ่นของมะตูมอ่อนกว่าทั้ง 2 สูตรด้วย น่าจะเหมาะสมกับผู้บริโภคที่รู้สึกเฉยๆ หรือไม่ชอบรับประทานมะตูม

การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic Scale

ผู้ทดสอบที่มาประเมินรสชาติของไอศกรีมมีอายุอยู่ในช่วง 19-45 ปี โดยส่วนใหญ่จะเป็น นักศึกษาที่มีอายุอยู่ในช่วง 19-23 ปี ซึ่งชอบรับประทานไอศกรีมอยู่แล้ว แต่ผู้ที่ทำการประเมินส่วน ใหญ่จะรู้สึกเฉยๆต่อรสชาติของมะตูม ดังนั้นการทำให้อยู่ในรูปไอศกรีมซึ่งเป็นที่ยอมรับในการ รับประทานอยู่แล้ว จะช่วยให้รู้สึกพึงพอใจในการรับประทานไอศกรีมมะตูมมากขึ้น

การทำในรูปแบบเยลลี่มะตูมจะเป็นที่พึงพอใจมากกว่าการผสมสารสกัดเข้มข้นจากมะตูม ลงในเนื้อไอศกรีม จึงได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

ไอศกรีมเยลลี่มะตูมจะเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ชอบรับประทานมะตูม ทั้งนี้เนื่องจากการ เตรียมมะตูมในรูปแบบเยลลี่ในไอศกรีมจะช่วยกลบรสชาติของมะตูมได้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่ามะตูมมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ดี โดยสารสกัดมะตูม 1 มล. มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเทียบเท่ากับ Trolox 2.816 มก. และเมื่อนำมาพัฒนาเป็นไอศกรีมมะตูมก็จะช่วยให้เข้ารับประทานมากขึ้นซึ่งเตรียมเป็นไอศกรีม 3 สูตร คือ

1. ไอศกรีมสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมร้อยละ 6 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก)
2. ไอศกรีมสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมร้อยละ 10 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก)
3. ไอศกรีมเยลลี่มะตูม(สารสกัดเข้มข้นจากมะตูมร้อยละ 15)

การทำในรูปแบบเยลลี่มะตูมจะเป็นที่พึงพอใจมากกว่าการผสมสารสกัดเข้มข้นจากมะตูมลงในเนื้อไอศกรีม จึงได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. มะตูมที่นำมาสกัดควรมาจากแหล่งเดียวกัน เพื่อให้สารสกัดเข้มข้นจากมะตูมที่เตรียมได้ในแต่ละครั้งมีคุณภาพและรสชาติใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยถ้าทำการสกัดมะตูมหลายครั้ง ทุกครั้งที่ทำการสกัดใหม่ต้องทำการวัดประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชั่นของมะตูมใหม่ เพื่อให้ได้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นที่แน่นอน แต่ถ้าเป็นไปได้ควรทำการสกัดในครั้งเดียว
2. การประเมินผลทางประสาทสัมผัสควรทำการประเมินในผู้บริโภคจำนวนมากขึ้นและครอบคลุมผู้ประเมินในช่วงอายุที่หลากหลายจะได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น
3. ควรทำการแบ่งกลุ่มผู้ทดสอบเพื่อให้เห็นความแตกต่างในการประเมินชัดเจนขึ้น เช่น แบ่งกลุ่มสำหรับผู้ทดสอบที่ชอบรับประทานมะตูมและไม่ชอบรับประทานมะตูม
4. ควรมีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆให้มากขึ้น เช่น การตรวจสอบทางกายภาพ อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และทางจุลชีววิทยา

เอกสารอ้างอิง

1. สกลนันท์ เนาว์แสง. สมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [โครงการพิเศษเภสัชศาสตร์บัณฑิต].
กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2545.
2. ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์. วิตามินต้านออกซิเดชัน.ความก้าวหน้าทางเภสัชวิทยาของยาและอาหารเสริม. กรุงเทพฯ : นิเวศมิตรการพิมพ์ 2539 ; 2 : 53-9.
3. Takiia T, Kawashimaa S, Chibaa T et al. Multiple mechanisms involved in the inhibition of proinflammatory cytokine production from human monocytes by N-(p-coumaroyl)serotonin and its derivatives.
International Immunopharmacology 2003; 3(2): 273-7.
4. ศิริพล เตระโสภณ, สันติ นิ่มน้อย. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของชาสมุนไพร [โครงการพิเศษเภสัชศาสตร์บัณฑิต]. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2546.
5. โอภา วัชรคุปต์. สารต้านอนุมูลอิสระ. กรุงเทพฯ : พี.เอส.พรินท์, 2549.
6. Philip Molyneux. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol 2004; 26(2): 211-219.
7. นันทวัน บุญยะประภัศร , บรรณานิการ. สมุนไพรพื้นบ้าน เล่ม 1-5. กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชนจำกัด , 2539.
8. เพียว์ เหมือนวงษ์ญาติ. คู่มือการใช้สมุนไพร. กรุงเทพฯ: เมติคัล มีเดีย, 2524.
9. เฉลิมศรี สติรสุทธิพงศ์, สุภา ลิ้มสุวรรณ. ไอศกรีมเชอร์เบทจากน้ำสมุนไพร [โครงการพิเศษเภสัชศาสตร์บัณฑิต]. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ; 2539.
10. Marshall T.R. editor, Arbukle W.S. editor. Ice Cream 5th ed, New York; Chapman&Hall Publishing, 1996.
11. จารนัย พาณิชยกุล. การพัฒนาล่าสุดในเทคโนโลยีการทำไอศกรีม. กรุงเทพฯ: สารมวลชน, 2538.
12. อมรรารณณ์ วงษ์ฟัก. ไอศกรีมเชอร์เบทสมุนไพร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม่บ้าน.

13. สาธารณสุขจังหวัดยะลา. เอกสารอบรมโครงการยกระดับสถานที่ผลิตไอศกรีมภาคใต้ สงขลา : โรงแรมซากุระแกรนวิว หาดใหญ่ สถานที่ประชุม.
14. Meilgard C.C. Sensory Evaluation techniques. 2nd ed. Florida: CRC Press. Inc.,1991: 213-5, 257-68.

ภาคผนวก ก

กฎหมายควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานของไอศกรีม

กระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศฉบับที่ 33 พ.ศ. 2522 เพื่อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของไอศกรีมดังข้อความต่อไปนี้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522)

เรื่อง กำหนดไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1) (2) (3) (4) (5) (6) และ(7) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ให้ไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 2. ไอศกรีมแบ่งออกเป็น 5 ชนิด

- (1) ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากนม
- (2) ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมตาม (1) ที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนไขมันเนยทั้งหมดหรือบางส่วน หรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน แต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์จากนม
- (3) ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมตาม (1) หรือ (2) แล้วแต่กรณี ซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย
- (4) ไอศกรีมตาม (1) (2) หรือ (3) ชนิดแห้งหรือผง
- (5) ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุดิบที่เป็นอาหารผสมอยู่ด้วย ไอศกรีมดังกล่าวอาจใส่วัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วยก็ได้

ข้อ 3. ไอศกรีมนอกจากชนิดแห้งหรือผงต้องผ่านกรรมวิธีตามลำดับดังต่อไปนี้

- (1) ไอศกรีมนอกจากชนิดแห้งหรือผงต้องผ่านกรรมวิธีหนึ่งวิธีใดดังนี้

- (ก) ทำให้อุณหภูมิของนมไม่ต่ำกว่า 68.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือ

- (ข) ทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 25 วินาที และจะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิ พร้อมด้วยเครื่องบันทึกอัตโนมัติแสดงอุณหภูมิ เวลาที่ใช้จริง หรือ
- (ค) ทำให้ร้อนโดยกรรมวิธีอื่นตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วย

- (2) ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้
- (3) ปั่น กวน หรือผสม แล้วแต่กรณีและทำให้เยือกแข็งที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียส ก่อนบรรจุลงในภาชนะบรรจุเพื่อจำหน่าย และต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียส จนกว่าจะจำหน่าย

ข้อ 4. ไอศกรีมต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานต่อไปนี้

- (1) ไอศกรีมนมต้องมีไขมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และน้ำตาลนมไม่รวมไขมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก
- (2) ไอศกรีมดัดแปลง ต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก
- (3) ไอศกรีมผสม ต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับ (1) หรือ (2) แล้วแต่กรณีทั้งนี้โดยไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่
- (4) ไอศกรีมหวานเย็นและไอศกรีมตาม (1) (2) หรือ (3) ต้อง
 - (ก) ไม่มีกลิ่นหืน
 - (ข) ไม่ใช่วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
 - (ค) ไม่มีวัตถุกันเสีย
 - (ง) มีבקเตรีได้ไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม
 - (จ) ตรวจไม่พบבקเตรีชนิด *E. coli* ในอาหาร 0.01 กรัม
 - (ฉ) ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
 - (ช) ไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 5. ไอศกรีมชนิดแข็งหรือผงต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

- (1) ไม่มีกลิ่นหืน
- (2) มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น
- (3) มีลักษณะไม่เกาะเป็นก้อน ผิดไปจากลักษณะที่ทำขึ้น
- (4) ไม่ใช่วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
- (5) ไม่มีวัตถุกันเสีย

- (6) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก
- (7) มีบัคเตเรียได้ไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม
- (8) ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- (9) ไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 6. การผลิตไอศกรีมถ้าจำเป็นต้องใช้วัตถุเจือปนในอาหาร เช่น การใช้มีดชิฟเฟอร์และสเตบิลไลเซอร์หรือทิกเคนเนอร์ จะต้องใช้ในปริมาณและชนิดที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วย

ข้อ 7. การผลิตไอศกรีมชนิดแท่งหรือหลอดที่มีสิ่งจับหรือถ้อย สัมผัสกับเนื้อไอศกรีม สิ่งจับหรือถ้อยนั้นต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

- (1) สะอาด
- (2) ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ 8. ภาชนะบรรจุไอศกรีมต้อง

- (1) สะอาด
- (2) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน เว้นแต่ภาชนะบรรจุที่เป็นแก้ว
- (3) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศมา ณ วันที่ 13 กันยายน 2522

(ลงนาม) บุญสม มาร์ติน

(นายบุญสม มาร์ติน)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

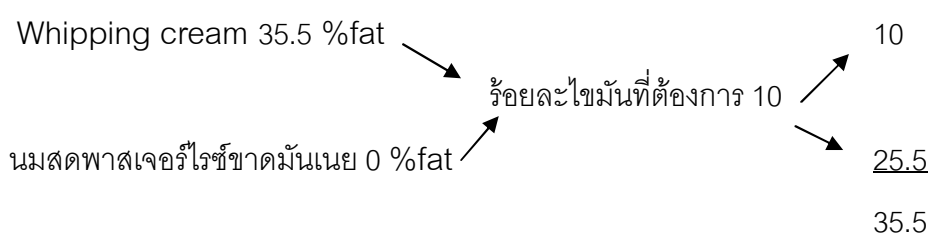
ภาคผนวก ข

การคำนวณส่วนผสมไอศกรีม

ในสูตรไอศกรีมต้องการไขมันร้อยละ 14 ,12 ,10 ,8 ,6

ตัวอย่าง การคำนวณในสูตรไอศกรีมต้องการไขมันร้อยละ 10 ถ้าเตรียมไอศกรีมมิกซ์ 1000 กรัม

คำนวณได้ดังนี้



หาปริมาณ Whipping cream ที่ต้องใช้

ใน whipping cream มีปริมาณไขมันร้อยละ 35.5

$$\text{ต้องใช้ whipping cream } \frac{10 \times 1000}{35.5} = 281.7 \text{ กรัม}$$

หาปริมาณนมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนยที่ต้องใช้

ในนมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนยมีปริมาณไขมันร้อยละ 0

$$\text{ต้องใช้ นมสดพาสเจอร์ไรซ์ขาดมันเนย } \frac{25.5 \times 1000}{35.5} = 718.3 \text{ กรัม}$$

ภาคผนวก ค

แบบประเมินผลิตภัณฑ์

โครงการพิเศษ เรื่อง ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจากสารสกัดสมุนไพรซึ่งมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

ชื่อ - สกุล : _____ อายุ _____ ปี เพศ : ชาย หญิง

ตอนที่ 1 : ก่อนทำการประเมินผลิตภัณฑ์

1. ท่านชอบรับประทานนมหรือไม่

ชอบ เฉยๆ ไม่ชอบ

2. ท่านชอบรับประทานไอศกรีมหรือไม่

ชอบ เฉยๆ ไม่ชอบ

3. ท่านเคยรับประทานมะตูม หรือน้ำมะตูม หรือไม่

ไม่เคย

เคย และมีความรู้ดีกว่า ชอบ เฉยๆ ไม่ชอบ

แบบประเมินผลิตภัณฑ์

โครงการพิเศษ เรื่อง ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจากสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

ชื่อ - สกุล : _____ อายุ _____ ปี เพศ : ชาย หญิง

รหัสผลิตภัณฑ์ : _____

ข้อกำหนดในการประเมิน คือ งดรับประทานอาหารที่มีกลิ่นฉุนจัดหรือรสจัด ผู้ทดสอบต้องไม่มีความผิดปกติทางการมองเห็น การดมกลิ่นและการรับรส

ขั้นตอนในการปฏิบัติ คือ ให้ผู้ทดสอบพิจารณาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ก่อน (สี , กลิ่น , ลักษณะของเนื้อไอศกรีม) หลังจากนั้นจึงทำการชิมไอศกรีม แล้วทำการประเมินผลิตภัณฑ์ ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. ให้ทำเครื่องหมาย ในช่องสี่เหลี่ยมตามความคิดเห็นของท่าน

	ความชอบ										ระดับความเข้ม									
สี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	อ่อนมาก									เข้มมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
กลิ่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	อ่อนมาก									แรงมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
เนื้อไอศกรีม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	หยาบ									ละเอียด
	มากที่สุด									มากที่สุด										
รสหวาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่หวาน									หวานมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
รสมัน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่มัน									มันมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
รสขม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่ขม									ขมมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
การละลาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	เร็วมาก									ช้ามาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										

2. ทำการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยทำเครื่องหมาย ในช่องสี่เหลี่ยม

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบ	ชอบ	
มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย		น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	

ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม :

แบบประเมินผลิตภัณฑ์

โครงการพิเศษ เรื่อง ผลิตภัณฑ์แช่แข็งจากสารสกัดสมุนไพรซึ่งมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น

ชื่อ - สกุล : _____ อายุ _____ ปี เพศ : ชาย หญิง

รหัสผลิตภัณฑ์ : _____

ข้อกำหนดในการประเมิน คือ งดรับประทานอาหารที่มีกลิ่นฉุนจัดหรือรสจัด ผู้ทดสอบต้องไม่มี
ความผิดปกติทางการมองเห็น การดมกลิ่นและการรับรส

ขั้นตอนในการปฏิบัติ คือ ให้ผู้ทดสอบพิจารณาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ก่อน (สี , กลิ่น ,
ลักษณะของเนื้อไอศกรีม) หลังจากนั้นจึงทำการชิมไอศกรีม แล้วทำการประเมินผลิตภัณฑ์ ตามหัวข้อต่างๆ
ดังนี้

1. ให้ทำเครื่องหมาย ในช่องสี่เหลี่ยมตามความคิดเห็นของท่าน

	ความชอบ										ระดับความเข้ม									
สี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	อ่อนมาก									เข้มมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
กลิ่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	อ่อนมาก									แรงมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
เนื้อไอศกรีม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	หยาบ									ละเอียด
	มากที่สุด									มากที่สุด										
รสหวาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่หวาน									หวานมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
รสมัน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่มัน									มันมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
รสขม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่ขม									ขมมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
การละลาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	เร็วมาก									ช้ามาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
ความแข็งของ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	นุ่มมาก									แข็งมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										
เยลลี่มะตูม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่ชอบ									ชอบ	ไม่หวาน									หวานมาก
	มากที่สุด									มากที่สุด										

2. ทำการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยทำเครื่องหมาย ในช่องสี่เหลี่ยม

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉย	ชอบ	ชอบ	ชอบ	ชอบ	
มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย		น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	

ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม :

ภาคผนวก ง

การแปลผลทางสถิติของข้อมูลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม มะตูม 3 สูตร โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA)

1. คุณลักษณะสี – ความชอบ
2. คุณลักษณะสี – ระดับความเข้ม
3. คุณลักษณะกลิ่น – ความชอบ
4. คุณลักษณะกลิ่น – ระดับความเข้ม
5. คุณลักษณะเนื้อไอศกรีม – ความชอบ
6. คุณลักษณะเนื้อไอศกรีม – ระดับความเข้ม
7. คุณลักษณะรสหวาน – ความชอบ
8. คุณลักษณะรสหวาน – ระดับความเข้ม
9. คุณลักษณะรสมัน – ความชอบ
10. คุณลักษณะรสมัน – ระดับความเข้ม
11. คุณลักษณะรสขม – ความชอบ
12. คุณลักษณะรสขม – ระดับความเข้ม
13. คุณลักษณะการละลาย – ความชอบ
14. คุณลักษณะการละลาย – ระดับความเข้ม
15. ผลการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

2. คุณลักษณะสี - ระดับความเข้ม

```

Treatment      Mean
#789           4.4200
#572           5.9000
#955           3.8400
.....

:                               Sigichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                                           11:14:00
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\สี;ADAA
.....

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          208.2400          4.2498          1.82          1.50          1.76          0.006
Treatment       2           112.8400          56.4200          24.13          3.07          4.79          0.000
Ex.Error       98          229.1600          2.3384
Total          149          550.2400          3.6929

GRAND MEAN = 4.72
CV = 32.3977 %

LSD .05 = .605552156199242
LSD .01 = .800368683218898
.....
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 2.33836734693878
*STANDARD ERROR OF MEAN= .216257593944737
*
*
.....

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
#572           5.9000 A
#789           4.4200 B
#955           3.8400 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
#572           5.9000 A
#789           4.4200 B
#955           3.8400 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

3. คุณลักษณะกลิ่น - ความชอบ

```

Treatment      Mean
#789           5.0600
#572           5.2000
#955           5.5200
*****

!                               Sixichai Statistics Version 6.00                               !
09-04-2006                               11:23:02                               !
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\air;ADAAAp0A.cvs
-----

Table....      Analysis of Variance

Source          df          ss          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          278.1933          5.6774          1.44          1.56          1.76          0.0621
Treatment        2           5.5600          2.7800          0.71          3.07          4.79          0.5002
Ex.Error         98          385.1067          3.9297
Total           49          668.8600          4.4830

GRAND MEAN = 5.26
CV = 37.6870 %

LSD .05 = .785005440251523
LSD .01 = 1.03755517027184
*****
+
+          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST          +
+PROBLEM IDENTIFICATION=          +
+NUMBER OF MEANS= 3          +
+ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98          +
+ERROR MEAN SQUARE= 3.92965986394559          +
+STANDARD ERROR OF MEAN= .29034478286373          +
+
+*****

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#955          5.5200  A
#572          5.2000  A
#789          5.0600  A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#955          5.5200  A
#572          5.2000  A
#789          5.0600  A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

4. คุณลักษณะกลิ่น - ระดับความเข้ม

```

Treatment      Mean
#789           4.2000
#572           4.7800
#955           3.6800
.....

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               !
09-04-2006                               11:29:13
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSEN\MY DOCUMENTS\ai&A&A&A&A,CSA
.....

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          300.4067          6.1307          1.73          1.50          1.76          0.0109
Treatment       2           30.2800          15.1400          4.28          3.07          4.79          0.0163
Ex.Error        98          347.0533          3.5414
Total           49          677.7400          4.3486

GRAND MEAN = 4.32
CV = 44.5836 %

LSD .05 = .745312718022204
LSD .01 = .984900445991974
.....
+
+          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
+PROBLEM IDENTIFICATION=
+NUMBER OF MEANS= 3
+ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
+ERROR MEAN SQUARE= 3.34136054421769
+STANDARD ERROR OF MEAN= .266133821388818
+
.....

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#572           4.7800  A
#789           4.2000  AB
#955           3.6800  B

MEANS NOT BEARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#572           4.7800  A
#789           4.2000  AB
#955           3.6800  B

MEANS NOT BEARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

5. คุณลักษณะเนื้อไอศกรีม - ความชอบ

```

Treatment      Mean
#789           4.9200
#572           4.7800
#955           6.3800
.....

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                                           12:38:33
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\ai&A&A&A&A.csv
.....

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          372.5600          7.6033          2.65          1.50          1.76          0.0001
Treatment       2           78.5200          39.2600          13.67          3.07          4.79          0.0000
Ex.Error        98          281.4800          2.8722
Total           49          732.5600          4.9165

GRAND MEAN = 5.36
CV = 31.6188 %

LSD .05 = .671128866849256
LSD .01 = .887042547749749
.....
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 2.872244889795918
*STANDARD ERROR OF MEAN= .239676652928865
*
*
.....

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#955          6.3800 A
#789          4.9200 B
#572          4.7800 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#955          6.3800 A
#789          4.9200 B
#572          4.7800 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

6. คุณลักษณะเนื้อไอศกรีม – ระดับความเข้ม

```

Treatment      Mean
#789           3.4600
#572           4.0600
#955           5.7200
*****

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                                           12:40:56
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATSCUSER\MY DOCUMENTS\aiif;A04A04A.csv
-----

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          298.3733          6.0893          1.83          1.50          1.76          0.0061
Treatment       2           137.0533          68.5267          20.54          3.07          4.79          0.0000
Ex.Error       98          326.9467          3.3362
Total          49          762.3733          5.1166

GRAND MEAN = 4.41333333333333
CV = 41.3865 %

LSD .05 = .723303364013261
LSD .01 = .954002740920558
*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 3.33619047619048
*STANDARD ERROR OF MEAN= .35830993271221
*
*****

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#955          5.7200  A
#572          4.0600  B
#789          3.4600  B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#955          5.7200  A
#572          4.0600  B
#789          3.4600  B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```


7. คุณลักษณะรสหวาน - ความชอบ

```

Treatment      Mean
#789           6.2200
#572           5.3400
#955           6.6800
*****

:                               Global Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                                           12:47:43
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\AIE;A0A\sp0A.csv
-----

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          263.7067          5.3818          2.14          1.50          1.76          0.0010
Treatment       2           46.3600          23.1800          9.20          3.07          4.79          0.0004
Ex.Error       98          246.9733          2.5201
Total          149          557.0400          3.7385

GRAND MEAN = 6.08
CV = 26.1101 %

LSD .05 = .628647481113385
LSD .01 = .830894170744308
*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST          *
*PROBLEM IDENTIFICATION*
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 2.52013605442177
*STANDARD ERROR OF MEAN= .224505503470261
*
*****

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#955      6.6800 A
#789      6.2200 A
#572      5.3400 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#955      6.6800 A
#789      6.2200 A
#572      5.3400 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

8. คุณลักษณะรสหวาน – ระดับความเข้มข้น

Treatment	Mean
#789	4.6200
#572	4.6800
#955	5.0600

```

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2008                                                                12:53:42
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\aid\ผลสำรวจ03.csv

```

Table.... Analysis of Variance							
Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	49	313.1733	6.3913	3.26	1.50	1.76	0.0000
Treatment	2	5.6933	2.8467	1.45	3.07	4.79	0.2380
Ex.Error	98	192.3067	1.9623				
Total	49	511.1733	3.4307				

```

GRAND MEAN = 4.78666666666667
CV = 29.2652 %

```

```

LSD .05 = .554727017255758
LSD .01 = .733192224322383

```

```

*****
*
*           DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 1.96231292517007
*STANDARD ERROR OF MEAN= .198106684650976
*
*****

```

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
#955      5.0600  A
#572      4.6800  A
#789      4.6200  A

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
#955      5.0600  A
#572      4.6800  A
#789      4.6200  A

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

9. คุณลักษณะรสมัน - ความชอบ

Treatment	Mean
#789	6.0400
#572	5.5800
#955	6.4000

```

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                               12:58:14
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\aiE;A0AAdp0U6.CS%
-----

```

Table.... Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	49	462.3267	9.4352	5.72	1.50	1.76	0.0000
Treatment	2	16.8933	8.4467	5.12	3.07	4.79	0.0079
Ex.Error	98	161.7733	1.6507				
Total	49	640.9933	4.3020				

```

GRAND MEAN = 6.006666666666667
CV = 21.3898 %

```

```

LSD .05 = .508786541986052
LSD .01 = .672471909281564

```

```

*****
*
*           DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 1.65074829931974
*STANDARD ERROR OF MEAN= .128700209098179
*
*****

```

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
#955      6.4000  A
#789      6.0400  AB
#572      5.5800  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
#955      6.4000  A
#789      6.0400  AB
#572      5.5800  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

10. คุณลักษณะรสมัน – ระดับความเข้ม

```

Treatment      Mean
#789           5.0000
#572           4.8000
#955           5.2000
.....

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2008                                           13:04:04
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATEUSER\MY DOCUMENTS\siE;FOADp0A.csv
.....

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          456.6667          9.3197          4.69          1.50          1.76          0.0000
Treatment       2           4.6133          2.0067          1.01          3.07          4.79          0.3493
Ex.Error        98          194.6533          1.9863
Total           49          655.3333          4.3982

GRAND MEAN = 5.06666666666667
CV = 27.8161 %

LSD .05 = .338101346951777
LSD .01 = .797652139824647
.....
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 1.98625850340136
*STANDARD ERROR OF MEAN= .139311740918661
*
*
.....

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#955          5.2000  A
#789          5.0000  A
#572          4.8000  A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#955          5.2000  A
#789          5.0000  A
#572          4.8000  A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

11. คุณลักษณะரசวม - ความชอบ

Treatment	Mean
#789	7.7000
#572	7.3000
#955	7.9400

```

*****
:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               |
09-04-2006                               13:12:02
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATEUSER\MY DOCUMENTS\aiE;A0AAdp0A.csv
-----

```

Table.... Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	49	306.9400	6.2641	7.23	1.50	1.76	0.0000
Treatment	2	10.4533	5.2267	6.03	3.07	4.79	0.0037
Ex.Error	98	84.8800	0.8661				
Total	49	402.2733	2.6998				

```

GRAND MEAN = 7.64666666666667
CV = 12.1708 %

```

```

LSD .05 = .3685401714332078
LSD .01 = .487105873049367

```

```

*****
*                               DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST                               *
*PROBLEM IDENTIFICATION=                                               *
*NUMBER OF MEANS= 3                                                    *
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98                                           *
*ERROR MEAN SQUARE= .866122448979602                                    *
*STANDARD ERROR OF MEAN= .131614774928927                               *
*
*****

```

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
#955      7.9400  A
#789      7.7000  AB
#572      7.3000  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
#955      7.9400  A
#789      7.7000  A
#572      7.3000  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

12. คุณลักษณะரசวม – ระดับความเข้ม

Treatment	Mean
#789	1.4200
#572	1.9200
#955	1.4000

```

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               1
09-04-2006                               13:17:58
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\aiE;ASAADp0A.cm
-----

```

Table.... Analysis of Variance

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	49	102.5400	2.0927	2.35	1.50	1.76	0.0003
Treatment	2	8.6800	4.3400	4.87	3.07	4.79	0.0097
Ex.Error	98	87.3200	0.8910				
Total	49	198.5400	1.3325				

```

GRAND MEAN = 1.58
CV = 59.7430 %

```

```

LSD .05 = .373799754315771
LSD .01 = .494057554062014

```

```

*****
*                               DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST                               *
*PROBLEM IDENTIFICATION=                                             *
*NUMBER OF MEANS= 3                                                 *
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98                                        *
*ERROR MEAN SQUARE= .891020400163265                                 *
*STANDARD ERROR OF MEAN= .133493101556042                           *
*
*****

```

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
#572      1.9200  A
#789      1.4200  B
#955      1.4000  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
#572      1.9200  A
#789      1.4200  B
#955      1.4000  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

13. คุณลักษณะการละลาย - ความชอบ

```

Treatment      Mean
#789           5.4200
#572           6.1600
#955           6.6200
.....

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                                           13:23:47
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\air;A0AAsy0A.CSV
-----

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          339.3333          6.9252          2.30          1.50          1.76          0.0004
Treatment       2           36.6533          18.3267          6.08          3.07          4.79          0.0036
Ex. Error       98          295.3467          3.0137
Total           49          671.3333          4.9696

GRAND MEAN = 6.088888888888887
CV = 20.6156 %

LSD .05 = .687481189108602
LSD .01 = .908629258533945
.....
+
+          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST          +
+PROBLEM IDENTIFICATION=          +
+NUMBER OF MEANS= 3          +
+ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98          +
+ERROR MEAN SQUARE= 3.01374149659865          +
+STANDARD ERROR OF MEAN= .245509327586495          +
+
.....

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#955          6.6200 A
#572          6.1600 AB
#789          5.4200 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME      ID      MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#955          6.6200 A
#572          6.1600 A
#789          5.4200 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

14. คุณลักษณะการละลาย - ระดับความเข้มข้น

```

Treatment      Mean
#789           3.5600
#572           3.9800
#955           3.6400
*****

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                                           13:29:55
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECHUSER\MY DOCUMENTS\AIE;A0AA8pu0A.cst
-----

Table....      Analysis of Variance

Source          df          SS          MS          F          F.05          F.01          F-Prob

Block           49          472.4600          9.6420          4.49          1.50          1.76          0.0000
Treatment       2           4.9733          2.4867          1.16          3.07          4.79          0.3184
Er.Error        98          219.3600          2.1465
Total           49          697.7933          4.6161

GRAND MEAN = 3.726666666666667
CV = 39.3141 %

LSD .05 = .580181303119806
LSD .01 = .766835591042693
*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 2.1465306122449
*STANDARD ERROR OF MEAN= .207197037249325
*
*****

NAME          ID          MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

#572          3.9800          A
#955          3.6400          A
#789          3.5600          A

MEANS NOT BEARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME          ID          MEAN          RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

#572          3.9800          A
#955          3.6400          A
#789          3.5600          A

MEANS NOT BEARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```


15. ผลการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

Treatment	Mean
#789	6.5800
#572	6.2600
#955	7.4400

```

:                               Sirichai Statistics Version 6.00                               :
09-04-2006                               13:35:37
Problem Identification: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ATECUSER\MY DOCUMENTS\air;ADÁÁÁpúÁ.CSA

```

Table....		Analysis of Variance					
Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	49	134.0267	2.7352	2.81	1.90	1.76	0.0004
Treatment	2	37.2400	18.6200	15.72	3.07	4.79	0.0000
Er.Error	98	116.0933	1.1846				
Total	49	287.3600	1.9286				

```

GRAND MEAN = 6.76
CV = 16.1007 %

```

```

LSD .05 = .431008453913838
LSD .01 = .569671274690859

```

```

*****
*
*           DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*PROBLEM IDENTIFICATION=
*NUMBER OF MEANS= 3
*ERROR DEGREE OF FREEDOM= 98
*ERROR MEAN SQUARE= 1.18462585034014
*STANDARD ERROR OF MEAN= .153923737632643
*
*****

```

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
#955              7.4400  A
#789              6.5800  B
#572              6.2600  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

```

NAME      ID      MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
#955              7.4400  A
#789              6.5800  B
#572              6.2600  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ภาคผนวก จ

ต้นทุนการผลิตไอศกรีมมะตูมต่อ 1 หน่วยบริโภค (200 กรัม)

ต้นทุนการผลิต (บาท)	ผลิตภัณฑ์		
	ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 1	ไอศกรีมมะตูมสูตรที่ 2	ไอศกรีมเยลลี่มะตูม
Whipping cream	4.31	4.31	4.31
นมสดพาสเจอร์ไรซ์ ขาดมันเนย	4.37	4.37	4.37
น้ำตาลทรายขาว	0.26	0.26	0.38
เจลาติน	0.20	0.20	1.20
สารสกัดมะตูม	0.52	0.87	1.3
รวม	9.66	10.00	11.56