สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

กระบวนการผลิตผงสีมะเขือเทศ

Tomato powder production

โดย

นาย ดัสกร ศรวิเศษ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

สน.
ด3621
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47209
วัน, เดือน, ปี 24 มิ.ย. 2546

.b.....
.i.....

b 11300565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง ผลิตผงสีมะเขือเทศ

Tomato powder production

ชื่อ – สกุล นายดัสกร ศรวิเศษ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี

บทคัดย่อ

มะเขือเทศมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersion esculentum* ผลมีลักษณะของผลกลม เมื่อยังดิบจะมีสีเขียวนวลและเมื่อสุกจะมีสีแดงเข้มจะมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะวิตามิน A มะเขือเทศสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ซอสมะเขือเทศ มะเขือเทศกระป๋อง ฯลฯ จากการทดลองนี้ได้นำส่วนที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปมะเขือเทศมาใช้ประโยชน์ เช่น น้ำมะเขือเทศ เปลือกมะเขือเทศ และเนื้อมะเขือเทศ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาในเรื่อง ขยะจากโรงงาน หรือ ของเหลือจากโรงงานแปรรูปมะเขือเทศ โดยนำมาผลิตเป็นผงสีมะเขือเทศจากส่วนเปลือก ส่วนน้ำ และส่วนเนื้อมะเขือเทศแล้วทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และการทดสอบหาเปอร์เซนต์การละลาย การทดสอบด้านการยอมรับของผู้บริโภคจะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยให้ชิมผงสีที่สกัดจากส่วนต่างๆที่เติมลงในวุ้นโดยให้ความเข้มข้นเท่ากันทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ เนื้อ , น้ำ, เปลือกความเข้มข้นเท่ากับ 0.1%, 1% และ 10% และการทดสอบเปอร์เซนต์การละลาย ผลปรากฏว่าตัวอย่างผงสีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1% มีผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดโดยให้คะแนน 7.25 คะแนนซึ่งตัวอย่างนี้มีลักษณะโดยรวมของวุ้นเป็นที่น่าพอใจและในด้านเปอร์เซนต์การละลายน้ำก็ละลายได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเนื้อ และเปลือกของมะเขือเทศ จากการทดลองนี้สามารถนำผงสีที่ได้เพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์ ใช้แทนสีสังเคราะห์ได้ และไม่ต้องใช้เครื่องมือในการผลิตแพง สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงสีมะเขือเทศที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายโดยเฉพาะอาจารย์ชุติมา สังข์พเลี ที่ท่านได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลาของท่านในการให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร และความช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ในการทำการทดลอง ได้แก่ นายสมยศ แก่นเพ็ชร และนางสาวนิตยา ปาระมี ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา บิดามารดา ซึ่งให้การสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์และกำลังใจตลอดมา และเพื่อน ๆ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปี2 ห้อง 2 ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองชิมและให้กำลังใจในการแก้ปัญหา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ดัสกร ศรวิเศษ

พฤศจิกายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

สารบัญ..... ค

สารบัญตาราง ..... จ

สารบัญภาพ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเขือเทศ..... 3

2.2 คาโรทีนอยด์..... 12

2.3 การทำแห้ง..... 17

3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 23

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง..... 23

3.3 สถานที่ทำการทดลอง..... 27

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทอลอง..... 27

4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงสีมะเขือเทศ..... 28

4.2 การทดสอบเปอร์เซ็นต์การละลาย..... 30

5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 32

บรรณานุกรม..... 33

ภาคผนวก..... 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพันธุ์มะเขือเทศที่สามารถนำมาผลิตมะเขือเทศแช่อิ่มได้	6
2	แสดงคุณค่าทางอาหารในส่วนที่กินได้ 100 g. ของมะเขือเทศ	7
3	แสดงคุณค่าทางโภชนาการใน 100 g. ของมะเขือเทศรับประทานสดและแปรรูป	8
4	แสดงสมรรถนะ (Activity) ของคาโรทีนอยด์ในการเปลี่ยนเป็นวิตามิน A	16
5	แสดงน้ำหนักส่วนประกอบของมะเขือเทศ ก่อนอบ และ หลังอบ	28
6	แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ลักษณะของต้นมะเขือเทศ.....	4
2.	โครงสร้างของผลมะเขือเทศ.....	4
3.	สูตรโครงสร้างของสารประกอบคาโรทีนอยด์.....	13
4.	โครงสร้างของสาร เบต้า – คาโรทีนอยด์.....	15
5.	ลักษณะตู้อบแบบเตาเผา.....	22
6.	ขั้นตอนการผลิตผงสีจากเปลือกมะเขือเทศ.....	24
7.	ขั้นตอนการผลิตผงสีจากเนื้อมะเขือเทศ.....	25
8.	ขั้นตอนการผลิตผงสีจากน้ำมะเขือเทศ.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

มะเขือเทศเป็นพืชล้มลุก เมื่อผลยังดิบจะมีสีเขียวแต่เมื่อสุกเต็มที่จะมีสีแดง หรือแดงอมส้ม ถึงแดง นอกจากนั้นมะเขือเทศยังมีสารอาหาร หรือคุณค่าทางอาหารสูงด้วย เช่น เป็นแหล่งโปรตีน วิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายเป็นต้น (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2538 : 28)

วิตามินที่พบในมะเขือเทศส่วนใหญ่ประกอบด้วย Thiamne, Nicotinic acid, Riboflavin, Ascorbic acid, Folic acid, Pantothenic acid, Biotin และวิตามิน K ซึ่งนับว่ามะเขือเทศเป็นผักที่มีวิตามินและสารอาหารต่าง ๆ เกือบครบ นอกจากในผลของมะเขือเทศจะมีวิตามินต่าง ๆ แล้วยังพบว่ามีรงควัตถุจำพวก แคโรทีนอยด์ ชนิด β - Carotenoid ซึ่งเป็นโปร-วิตามิน A

ไลโคปีน (Lycopene) เป็นแคโรทีนอยด์ที่พบมากในมะเขือเทศทำให้ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศมีลักษณะเป็นสีแดงเข้ม มะเขือเทศและผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเป็นแหล่งไลโคปีนที่สำคัญ ปัจจุบันได้มีผู้สนใจบทบาทของไลโคปีนในการป้องกันมะเร็งและโรคหัวใจ ถึงแม้ว่าไลโคปีนจะไม่สามารถเปลี่ยนเป็นโปรวิตามินเอได้แต่ไลโคปีนมีความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่น antioxidant (กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2540 :17(3):189-192) มากกว่าเบต้าแคโรทีน 2 เท่า และมากกว่าแอลฟาโทโคฟีรอล ถึง 10 เท่า ในกระบวนการแปรรูป เช่น อุณหภูมิสูง เวลาในกระบวนการที่ยาวนาน แสงและออกซิเจน มีอิทธิพลต่อการเสื่อมสลายของไลโคปีน ซึ่งไม่เพียงแต่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์เท่านั้นแต่ยังมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการด้วย ถึงแม้ว่าการแปรรูปมะเขือเทศโดยการปรุงให้สุก (Cooking) การแช่แข็งและการบรรจุกระป๋อง ไม่ใช่สาเหตุ สำคัญที่ทำให้ปริมาณไลโคปีนทั้งหมด (total lycopene content) เปลี่ยนแปลง แต่การสูญเสีย bioavailablity ของไลโคปีนสามารถเกิดได้เนื่องจากการเปลี่ยน all – trans isomer เป็น cis – isomer ที่มี bioavailability ต่ำ และสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเซ่นได้ (นฤดม บุญหลง, 2530:364)

Lycopene ในผลมะเขือเทศเป็นรงควัตถุชนิดเดียวกันกับแคโรทีนอยด์ประกอบด้วย β - carotene , γ - carotene , α - carotene เป็นสารอินทรีย์ที่พบตามธรรมชาติมีบทบาททำให้มะเขือเทศสีสวยงาม และนอกจากนี้ ไลโคปีนมีความเป็นกรดสูง pH ต่ำกว่า 3.5 ไลโคปีนจะถูกออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิไดซ์ได้ง่าย และทนต่อสภาพที่มี อุณหภูมิสูง ประมาณ 60 – 100 องศาเซลเซียสได้โดยที่ไม่ทำให้สีของมะเขือเทศเปลี่ยนแปลงนอกจากนั้นยังเป็นโปรวิตามิน เอ ที่สำคัญในการสร้างวิตามิน เอ ในร่างกายมนุษย์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530: 40)

ดังนั้นในผลมะเขือเทศมีประโยชน์มากมาย ไม่จะเป็นแหล่ง โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ดังนี้ เช่น โปรตีน 0.70 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 4.00 กรัม, แคลเซียม 12.00 กรัม, โปแตส-เซียม 222.0 กรัม, วิตามิน เอ 822 .0 IU และที่สำคัญที่สุด ในผลของมะเขือเทศที่สุกจัดมีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ที่ให้สีแดง หรือ สีแดงส้ม ดังนั้น การทดลองนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมะเขือเทศที่สุกงอมจัดมาผลิตเป็นผงสีมะเขือเทศเพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษากรรมวิธีการผลิตผงสีจากมะเขือเทศเพื่อนำไปใช้เป็นสีผสมอาหาร

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษากรรมวิธีการผลิตผงสีจากมะเขือเทศเพื่อนำไปใช้เป็นสีผสมอาหาร โดยการใช้มะเขือเทศพันธุ์สีดาที่สุกงอมจัดมีสีแดงและนำผงสีที่ได้ไปใช้แทนสีผสมอาหารในผลิตภัณฑ์ต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผงสีของมะเขือเทศเพื่อใช้เติมลงไปในผลิตภัณฑ์อาหาร
2. เพิ่มวิตามิน และ คุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะของมะเขือเทศ

ชื่อวิทยาศาสตร์	Lycopersion esculentum
ชื่ออื่นๆ	มะเขือเทศ (ทั่ว ๆ ไป) มะเขือส้ม (ภาคเหนือ)
ถิ่นกำเนิด	แถบเทือกเขาแอนดิส ทวีปอเมริกาใต้
อายุการปลูก	ตั้งแต่ย้ายกล้าจนถึงเก็บเกี่ยวอายุประมาณ 60 – 75 วัน
ขนาด	ต้นสูงประมาณ 15 ซม. ถึง 1 เมตรขนาดของผลแตกต่างตามพันธุ์
ฤดูปลูก	ปลูกได้ดีในช่วงเดือน ตุลาคม ถึง เดือนธันวาคมปลูกได้ ดีที่ สุดในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ นอกเหนือจากเวลานี้ ต้องเลือกพันธุ์ที่ เหมาะสม

ลักษณะการเจริญเติบโตของมะเขือเทศแบ่งได้เป็น2ประเภทใหญ่ๆคือแบบพุ่มหรือแบบ ดีเทอมิเนท(determinate)เป็นลักษณะของมะเขือเทศที่ออกดอกใกล้เคียงกันกับพันธุ์แบบพุ่มและจะมีระยะการเจริญเติบโตจำกัดลักษณะของต้นที่สังเกตเห็นได้ง่ายคือต้นไม่สูงใหญ่จะเป็นต้นเตี้ยๆจึงไม่ต้องใช้ไม้ค้างช่วยและแบบทอดยอดหรือ อินดีเทอมิเนท (indeterminate) เป็นลักษณะของมะเขือเทศที่มีการเจริญเติบโตไปเรื่อยๆ และการออกดอกก็จะทยอยออก ไม่พร้อมกันต้นจะสูง มีทรงพุ่มใหญ่ ทำให้ต้องใช้ไม้ค้างช่วยในการพยุงพันธุ์แบบพุ่ม จึงเหมาะสำหรับผลิตเพื่อการแปรรูป ซึ่งต้องการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียวหรือน้อยครั้งที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของมะเขือเทศ

ลำต้นแบบพุ่มหรือดีเทอมิเนท ลำต้นแบบทอดยอดหรืออินดีเทอมิเนท

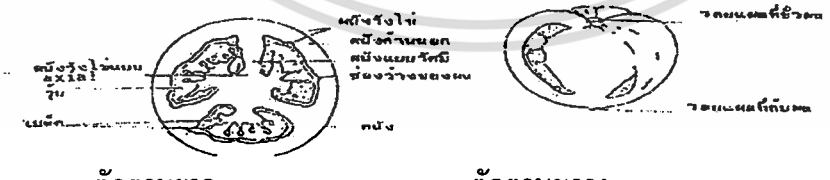
ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นมะเขือเทศ

ที่มา : เมืองทอง ทวนทวี, 2532 : 263

มะเขือเทศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมายทั้งใช้ในการบริโภคสดปรุงอาหาร และเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเกษตรมะเขือเทศที่ใช้ในการบริโภคสด(fresh maker tomato) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ มะเขือเทศที่บริโภคสด(table tomato) กับมะเขือเทศที่ใช้ปรุงอาหาร (cooking tomato)

2.2 ลักษณะของผลมะเขือเทศ

ลักษณะของผลมะเขือเทศจำแนกออกเป็นแบบเบอร์รี่ (berry) หมายถึงผลที่เป็นผลเดี่ยวมีเมล็ดอยู่ภายใน (fleshy mesocarp) เมล็ด ติดอยู่ผนังของรังไข่ (Placenta) แบบ axial ภายในช่องว่างของผล (Pocket หรือ locule)



ตัดตามยาว ตัดตามขวาง

ภาพที่ 2 โครงสร้างผลมะเขือเทศ

ที่มา : การปลูกมะเขือเทศ, 2530 : 72

ส่วนพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำจะมีช่องว่างภายในผลหลายช่องและขนาดใหญ่รูปร่างไม่สม่ำเสมอ จำนวนช่องภายในผล นอกจากจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว สิ่งแวดล้อมก็มีส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้จำนวนช่องว่างในผลเปลี่ยนแปลงไปด้วยลักษณะทางสันฐานวิทยาของผลมะเขือเทศแตกต่างกันไปตามแต่ละสายพันธุ์ รูปร่างตั้งแต่ แบนจนถึงกลม สีผลสุกตั้งแต่เหลืองจนถึงแดงเข้ม ขนาดตั้งแต่เล็กจนถึงใหญ่มากมะเขือเทศที่ดีมีผลโตมีช่องว่างภายในผลน้อย มีผนังหนาและเนื้อมาก

มะเขือเทศส่งโรงงานจะมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบพุ่ม หรือ ดีเทอมิเนท ซึ่งเป็นอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสม่ำเสมอพร้อมๆกัน หรือใกล้เคียงกัน ประหยัดค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวหรือสามารถใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวหรือสามารถใช้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวได้

มะเขือเทศที่ส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ผลสุกสีแดงจัด
- ผลแน่นเปลือกเหนียวไม่แตกง่ายขณะขนส่ง
- ไส้กลางผลควรสั้น เล็กและไม่แข็ง
- เนื้อมาก
- ขั้วผลที่ยึดติดผลสุกแยกหลุดออกจากผลได้ง่ายขณะเก็บเกี่ยว (juinless)
- ต้องมีปริมาณของ Total soluble solid ไม่ต่ำกว่า 4.5 บริกซ์ (Brix)

มะเขือเทศที่เป็นพวกรับประทานสด ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด หรือ อินดีเทอมิเนท ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกันมีผลสุกแก่ไม่พร้อมกันจึงสามารถทยอยเก็บส่งตลาดสดได้ อย่างต่อเนื่อง

2.3 พันธุ์มะเขือเทศ

ในที่นี้จะกล่าวถึงพันธุ์ที่ใช้รับประทานสดที่สามารถนำมาใช้ที่สามารถนำมาใช้เป็นมะเขือเทศแช่อิ่มอบแห้งได้ พันธุ์มะเขือเทศในไทยและต่างประเทศที่น่าสนใจมีดังในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงพันธุ์มะเขือเทศที่สามารถนำมาผลิตมะเขือเทศแช่อิ่มอบแห้งได้

ชื่อพันธุ์	ลักษณะประจำพันธุ์
1. แอล –22 (L – 22)	พันธุ์ผสมเปิด ทรงต้นเป็นพุ่ม ผลกลมสีแดงแสด ปนส้มต้านทานโรคเหี่ยวเฉา โรคทางใบได้เป็นอย่างดี อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75 วัน
2. ทรอปิคบอย (Tropic boy)	พันธุ์ลูกผสม การเจริญเติบโตแบบทอดยอด เติบโตเร็ว แข็งแรงใบใหญ่ผลกลมออกแบนแดงน้ำหนัก 220 กรัม/ผลมี 5 –6 ผล/ช่องเนื้อแน่น เปลือกเหนียว เก็บรักษาได้นาน และทนร้อนได้ดี
3.ไดนาโม บีเอฟเอ็นทีอาร์ (Dynamo BFNT – R)	พันธุ์ลูกผสมแบบทอดยอด ผลสีแดง สม่ำเสมอน้ำหนัก 80 – 100 กรัมและทนสภาพน้ำแข็งได้
4. คาลิปโซ (Calypso)	พันธุ์ผสมเปิดแบบพุ่มผลสีแดงกลมขนาดใหญ่
5. เยทส์ไอแลนด์ คลุมลำ (Yetes Islend Red)	พันธุ์ผสมเปิดแบบพุ่ม ต้นใหญ่มีใบหนา ปกต้นดี ผลกลมหนัก 100 กรัม

ที่มา : เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทิ์. 2522 : 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของมะเขือเทศ

ตารางแสดงคุณค่าในส่วนที่กินได้ 100กรัม	
พลังงาน	22 กิโลแคลอี่
โปรตีน	1.1 กรัม
ไขมัน	31 ม.ก
คาร์โบไฮเดรต	0.3 กรัม
แคลเซียม	3.6 ม.ก
ฟอสฟอรัน	9 ม.ก
วิตามิน B1	0.48 ม.ก
วิตามิน B2	0.09 ม.ก
วิตามิน C	0.04 ม.ก
เหล็ก	32 ม.ก
ไนอาซีน	0.9 ม.ก
β - แคโรทีน	65.30 RE
เส้นใย	กรัม

ที่มา : คณะทำงานโครงการหนูรักผักสีเขียว สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิโตโยต้าแห่งประเทศไทย. 2541 : 206

ในมะเขือเทศมีปริมาณของไขมันต่ำ แต่มีปริมาณของเส้นใยค้อนข้างสูง จึงช่วยเพิ่มในเรื่องของกากอาหารทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีขึ้นและเหมาะจะเป็นอาหารที่ใช้สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักเนื่องจากให้พลังงานน้อย วิตามินและเกลือแร่มีในปริมาณที่สูงโดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในขบวนการผลิตวิตามินเอของร่างกาย จึงให้วิตามินเอในปริมาณที่สูง อีกทั้งยังมีสารชนิดหนึ่งคือ สารไลโคปีน (lycopene) จากการศึกษาของ Harvard School of Public Health พบว่าการกินมะเขือเทศ 10 ครั้งต่อสัปดาห์ จะช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งที่ต่อมลูกหมากพบในเพศชายได้มากกว่าร้อยละ 45 และ มีกรดกลูตามิค (glutamic) ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติอาหารทำให้อาหารอร่อยขึ้น (สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. 2541 : 205 – 206)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการใน 100 กรัม ของมะเขือเทศรับประทานสดและมะเขือเทศแปรรูป

ธาตุอาหาร	ดิบ	บรรจุกระป๋อง	ซอส	น้ำมะเขือเทศ
น้ำ (%)	94.0	94.0	69.0	94.0
พลังงาน (แคลอรี)	19.0	21.0	106.0	19.0
โปรตีน (กรัม)	0.7	0.8	1.8	0.8
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.0	4.0	25.0	4.0
แคลเซียม(มิลลิกรัม)	12.0	6.0	22.0	7.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	24.0	19.0	50.0	18.0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.4	0.5	0.6	0.9
โปรแตสเซี่ยม (มิลลิกรัม)	222.0	217.0	363.0	227.0
วิตามิน เอ (ไอยู)	822.0	600.0	1,399.0	786.0
ไทอามิน (มิลลิกรัม)	0.05	0.05	0.06	0.05
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.04	0.03	0.07	0.03
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	0.7	7.0	1.6	0.8
กรดแอสคบิค (มิลลิกรัม)	21.0	17.0	15.0	1.06

ที่มา : สมพบ ฐิตะวสันต์, 2530 : 7

2.4 ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ

การนำมะเขือเทศมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่างๆสามารถกระทำได้เป็นสองลักษณะใหญ่ๆ คือ(กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530 : 40)

1 การใช้ประโยชน์จากมะเขือเทศทั้งผล ได้แก่

1.1 มะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

1.2 มะเขือเทศแช่อิ่มแห้ง

1.3 มะเขือเทศดองปรุงรส

2 การแยกเฉพาะเนื้อและน้ำมะเขือเทศ

2.1 น้ำมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ได้แก่

ก. มะเขือเทศข้น (Puree) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศ (natural tomato soluble solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 แต่ไม่ถึงร้อยละ 24

ข. มะเขือเทศข้นมาก (paste) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศ ตั้งแต่ร้อยละ 24 ขึ้นไป (ไม่รวมถึงการทำให้แห้งเป็นผงหรือแผ่น)

2.3 ซอสมะเขือเทศ

2.4 ซอสมะเขือเทศผสมพริก

2.5 แฮมเบอร์เกอร์ซอส

2.6 บาร์บิคิวซอส

2.7 ซุปมะเขือเทศ

2.8 มะเขือเทศผง

กรรมวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ

1. มะเขือเทศทั้งผลบรรจุกระป๋อง

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากมะเขือเทศสุกสดและมีสีแดงทั้งผล ผ่านการล้างน้ำทำความสะอาด ลวกน้ำร้อนที่ 85 - 90 เซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 นาที แล้วแช่น้ำเย็นโดยทันที ลอกเปลือก บรรจุขวดหรือกระป๋อง เติมน้ำเกลือหรือน้ำมะเขือเทศแล้วผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน

2. ผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศ

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมะเขือเทศสุก ผ่านตะแกรงกรอง มีส่วนของเนื้อมะเขือเทศโดยไม่ผ่านการเคี่ยวให้งวด อาจเติมเกลือหรือไม่เติมและอาจผ่านการใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ความร้อน

3. มะเขือเทศผง

เป็นผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ สุก สด และมีสีแดงผ่านการยี กรอง เพื่อแยกเยื่อและเมล็ดออก ปั่นให้เนื้อมะเขือเทศแหลก เคี่ยวให้มีเนื้อมะเขือเทศมากกว่า 20% แล้วผ่านเครื่องเป่าแห้งควบคุมความชื้นไม่เกิน 5%

4. ซอสมะเขือเทศ

เป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำและมะเขือเทศ โดยการเติมเครื่องเทศ หอมหัวใหญ่ ซอสถั่วเหลือง น้ำตาล เกลือ และน้ำสมสายชู อาจเติมหอมและกระเทียมและต้องมีเนื้อมะเขือเทศ ไม่ต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12.0% ซอสมะเขือเทศ (ไม่ผสมซอสถั่วเหลืองและเหล้า) ซอสมะเขือเทศผสมพริก แยมเบอเกอร์ ซอส บาร์บิคิวซอส ซอสสองชนิดหลังมีการเติมซอสถั่วเหลือง เหล้าและน้ำมันหอย (วิชัย หฤทัยธนาสันต์. 2527: 168)

2.4.2 คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่อการแปรรูป

มะเขือเทศที่นำมาแปรรูป ต้องมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากมะเขือเทศที่ใช้บริโภคสด สามารถให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณลักษณะพิเศษดังต่อไปนี้

1. ลักษณะการเจริญเติบโตโดยลำต้น

- ลำต้นไม่ทอดยอดสมบูรณ์แข็งแรงและเจริญเติบโตติดผลได้ดีในช่วงอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศที่กว้าง
- จำนวนต้นรอดตายสูงจนถึงอายุเก็บเกี่ยว
- อายุการออกดอกและเก็บเกี่ยวผลเร็ว
- ผลสุกแก่พร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียวหรือน้อยครั้ง
- ขั้วและกลีบรองควรจะแยกออกจากผลในขณะเก็บเกี่ยวได้ง่าย
- ให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูมะเขือเทศ

2. ลักษณะภายนอกของผล

- ขนาดผลโตและรูปร่างเหมาะสม เช่น กลมหรือค่อนข้างกลม
- ไม่มีเปอร์เซนต์การเกิดรอยแตก
- สีของผลแก่แดงจัด โดยเฉพาะที่นำมาทำซอส น้ำมะเขือเทศเข้มข้นและบรรจุกระป๋องทั้งผลยกเว้นมะเขือเทศดองปรุงรส
- ผลแข็งแน่นและผิวผลหนาเหนียวทำให้เก็บไว้ได้นานขนส่งได้ไกลโดยไม่ช้ำง่ายสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร

3. ลักษณะภายในของผล

- เป็นมะเขือเทศพันธุ์เนื้อ โดยมีเนื้อไม่รวมเมล็ด แกนและเยื่อหุ้มผล ไม่ต่ำกว่า 5.5 %
- จำนวนช่องภายในผล (locules) ต้องมีน้อย
- ไส้กลางของผล (core) เล็กหรือรอยขั้วผลสั้น เล็ก และไม่แข็ง ถ้าโตมักมีสีขวา ทำให้สีแดงของมะเขือเทศจางลง คุณภาพต่ำ
- เส้นใยมีน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเขือเทศบรรจุกระป๋องทั้งหมด

4. ลักษณะทางเคมีของผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความเป็นกรดด่างหรือค่า pH ต่ำกว่า 4.4 และวัดค่าปริมาณกรดทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 0.35 เปอร์เซ็นต์ ในรูปกรด ซิตริค
- มีวิตามินซีวัดได้ไม่ต่ำกว่า 20 มิลิกรัม ต่อ100 กรัม มะเขือเทศ
- มีปริมาณรงควัตถุไลโคพีนมากกว่า85%มีแคโรทีนน้อนกว่า75%และแซลโธฟีลน้อยกว่า 6% คาโรทีนอยด์ โดยเฉพาะไลโคพีน ไม่ต่ำกว่า 7 มิลิกรัมต่อมะเขอเทศ 100 กรัม
- อัตราส่วน soluble solid ต่อ total acidity หรือ Sugar content ต่อ total acidity สูงทำให้รสชาติดี
- การตรวจสอบทางจุลินทรีย์โดยวิธี Homard Mold Count ต้องไม่เกิน 50% field

2.4.3 การปฏิบัติเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเข้มข้นระหว่างการแปรรูป

วิธีปฏิบัติบางประการเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการแปลรูป มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การทำความสะอาด โดยแช่มะเขือเทศในอ่างน้ำที่ผสมคลอรีน 30 ppm. แล้วผ่านน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง

2. การคัดเลือกคุณภาพ มะเขือเทศมีเปลือกบางจึงบอบช้ำถลอกและเน่าเสียหายได้ง่ายในระหว่างการขนส่ง จึงจำเป็นต้องคัดมะเขือเทศที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมออก

3. การแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศ โดยการผ่านเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก (Palper and fimisher) สามารถปฏิบัติได้ 3 วิธีคือ

3.1 cold break process มะเขือเทศที่ผ่านการทำความสะอาดและคัดเลือกคุณภาพแล้ว จะป้อนเข้าเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก วิธีนี้จะสูญเสียน้ำสูงและเนื้อมะเขือเทศติดไปกับเยื่อและเมล็เป็นจำนวนมากเพราะเนื้อมะเขือเทศยังกรอบและแข็งน้ำและเยื่อมะเขือเทศจะมีสีแดงซีด เหมาะสำหรับทำน้ำมะเขือเทศเพราะมีกลิ่นรสชาติแต่เน้อน้อยจึงไม่เหมาะนำมาทำน้ำมะเขือเทศเข้มข้น

3.2 hot break process มะเขือเทศที่ผ่านการทำความสะอาดและคัดเลือกคุณภาพแล้วนำไปทำให้เปลือกและเนื้ออ่อนนุ่มแล้วจึงป้อนเข้าเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก ความร้อนจะช่วยสะกัดเพคตินและทำลายเอนไซม์ ในเนื้อเยื่อ จึงแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศได้ปริมาณมากและสีแดงจัด การเก็บรักษาระหว่างการแปรรูปจะคงสภาพได้นานกว่าวิธี cold break process

3.3 acidifird hot break process เป็นการปรับปรุงวิธีการต้มมะเขือเทศโดยการปรับค่า pH ให้อยู่ประมาณ 2.75 ก่อนนำเข้าเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก หลังจากนั้นถึงปรับค่า pH ให้เท่าเดิม วิธีนี้จะช่วยแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศได้มากที่สุด นำน้ำและเนื้อมะเขือเทศไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านรูตะแกรงหยาบขนาดศูนย์กลางไม่เกิน 0.05นิ้ว และรูตะแกรงระเอียดขนาดศูนย์กลางไม่เกิน 0.02 นิ้ว เพื่อขนาดของเนื้อมะเขือเทศจะช่วยกรองเมล็ดลีบ

3.4 การเคี่ยวน้ำและเนื้อมะเขือเทศ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแรรูปมะเขือเทศ อยู่ระหว่าง 60 - 100 ° เซลเซียส หรือภายใต้สูญญากาศอุณหภูมิไม่เกิน 70 เซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะส่งเสริมให้เม็ดสีไลโคพีน เปลี่ยนเป็นสีแดงสดเป็นสีแดงคล้ำหรือน้ำตาลแดง

3.5 การไล่อากาศ อากาศเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเปลี่ยนสีเนื่องจากก๊าซออกซิเจนรวมตัวกันกับสารแคโรทีนอยด์ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำการไล่อากาศระหว่างการแปรรูปและภาชนะบรรจุ จะทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้นานและเกิดสีแดงคล้ำช้าลง

2.2 คาโรทีนอยด์

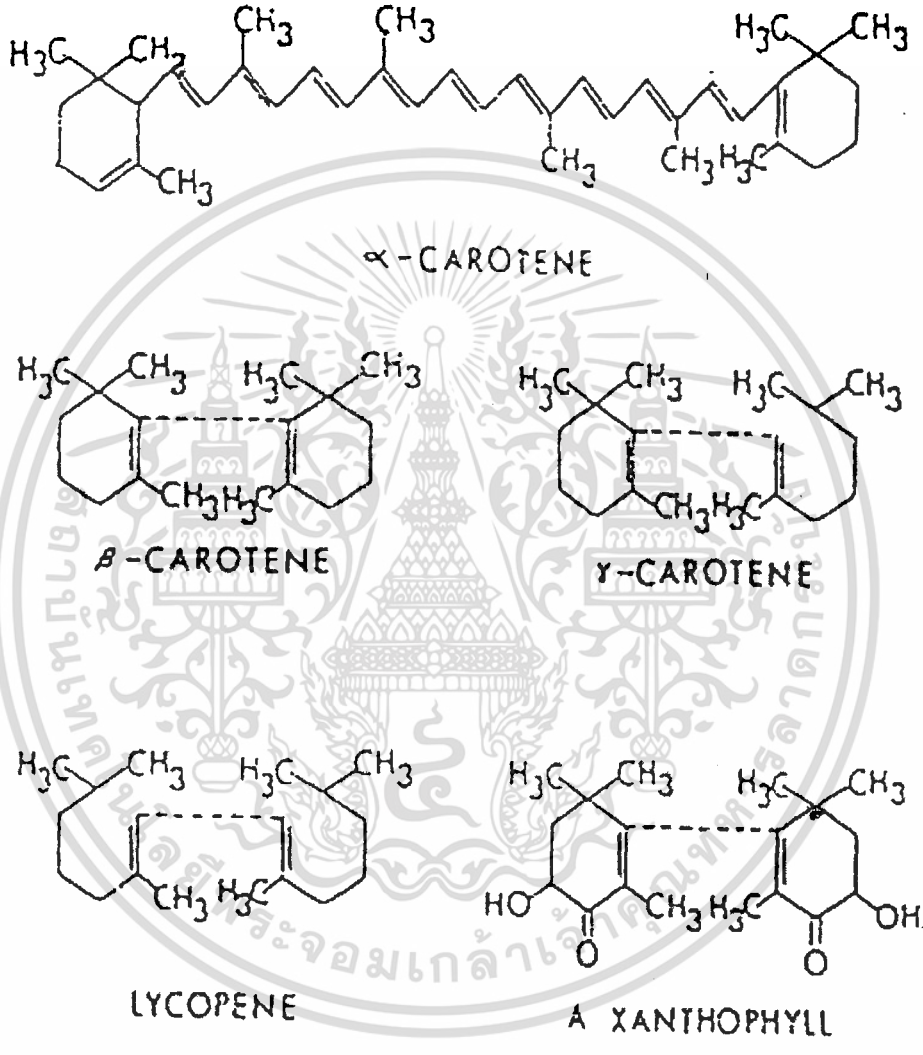
คาโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบลิปิดชนิดหนึ่งเรียกว่าเทอร์พีน(Terpene) หรืออนุพันธ์ของเทอร์พีน (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536: 119) แต่ในกรณีที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบจะเรียกว่า เทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) (พรรณ รัตนนาคินทร์, 2538: 222) คาโรทีนอยด์ เป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) มีคาร์บอน 14 อะตอม(จริงแท้ ศิริพา-นิช, 2541 : 90) ถูกสร้างขึ้นจากการรวมตัวกันของหน่วยไอโซพีน (isopene unit) หลายหน่วย (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 119) ในระหว่างศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์เริ่มให้ความสนใจคา-โรทีนอยด์มากขึ้นจึงเริ่มมีผู้สนใจศึกษาคาโรทีนอยด์มากขึ้นเรื่อยๆ ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา ในปี 1831 เบอร์เซลเลียส รายงานว่าเม็ดสีเหลืองในใบไม้ที่ร่วงหล่นในฤดูใบไม้ร่วง คือ คาโรทีน ชนิด ลูเทอินในระหว่างปี 1900 และในปี 1927 นักวิจัยนำโดยสะเวตและวิลสแทตเตอร์ ค้นพบวิธีแยก คาโรทีน ไลโคปีน ลูเทอิน ฟูโคแซนธินและไบซิน (อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539: 14) และ ในปี 1930 นักวิทยาศาสตร์รู้จักเม็ดสีกลุ่มนี้เพียง 15 ชนิด และจากการที่มีเทคนิคสมัยใหม่ คือ โครมาโตกราฟฟีเหลวกำลังสูง (HPLC) ทำให้สามารถแยกเม็ดสีกลุ่มนี้ออกมาได้ถึง 600 ชนิด (กุลยา จันทร์อรุณ, 2533315)

คาโรทีนอยด์ มีหน้าที่สำคัญคือ ปกป้องพืช โดยเบต้า-คาโรทีนที่มีอยู่ในคาโรทีนนอยด์จะช่วยป้องกันไม่ให้พืชถูกแดดเผาไหม้จนแห้งตาย เหมือนกับที่มนุษย์เมื่อถูกแสงแดดเม็ดสีเมลานินที่อยู่ในชั้นใต้ผิวหนังจะปกป้องผิวหนังทำให้เกิดผิวคล้ำ หน้าที่ของเบต้า-คาโรทีนในเม็ดพืชก็เหมือนเม็ดสีเมลานินในผิวมนุษย์คือ จัดการเก็บกวาดพลังงานที่คลอโรฟิลล์เอาไปใช้ไม่หมด ไม่เช่นนั้นพลังงานส่วนเกินดังกล่าว จะทำให้เกิดโมเลกุลที่ว่องไว เรียกว่า อนุมูลออกซิเจนคู่ซึ่งจะทำลายเซลล์ของพืช (อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539 : 14)

ในคาโรทีนอยด์ 600 ชนิด ยังสามารถแยกเป็นกลุ่มย่อยๆสำคัญได้ 5 กลุ่ม คือ ฟูโค-แซนธิน ลูเทอิน คาโรทีนนอยด์ ไวโอแซนธิน ฟูโคแซนธิน เป็นเม็ดสีในสาหร่ายน้ำเค็มและสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทะเลสีน้ำตาล และสารกลุ่มคาโรทีนอยด์ที่มีในพืชเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ คาโรทีน ทั้ง 3 รูป คือ และ ไลโคพีน (lycopene), เซนโทฟิลล์ (xanthophyll) จากโครงสร้างตามรูป



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างของสารประกอบพวกคาโรทีนอยด์และเส้นประนั้นจะแทนโซ่คาร์บอนที่ต่อเหมือนกับ - carotene

ที่มา : เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 120

คาโรทีนนอยด์เป็นสารที่ให้สีเหลืองสีส้มและสีแดงเนื่องจากช่วงดูดแสงสูงสุดมี 3 จุดซึ่งเป็นช่วงแสงสีน้ำเงินเขียว ดังนั้นจึงเห็นกลุ่มพวกคาโรทีนอยด์เป็นเหลือง-ส้ม สารให้สีพวกคาโรที-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอยด์นี้ จัดเป็นสารช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยทำหน้าที่ช่วยดูดกลืนพลังงานจากแสง แล้วส่งต่อไปยังคลอโรฟิลล์ (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอกาส, 2536 : 119) คาโรทีนนอยด์บางชนิด เช่น ฟัยโตฟลูอีน และนิวโรสปอรีน จะเปลี่ยนไปเป็นคาโรทีนอยด์ที่สำคัญตัวอื่น

คาโรทีนอยด์ชนิดต่างๆพบอยู่เป็นจำนวนมากในอาหารแต่บางชนิดจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นโดยเฉลี่ยแล้วจะพบคาโรทีนอยด์อยู่ประมาณ 20-40 ชนิด แต่มีอยู่ 5 ชนิด ที่พบอยู่เป็นประจำ คือ เบต้าคาโรทีน (พบในผักผลไม้ที่มีสีเหลือง ส้ม หรือพืชใบสีเขียว) ลูเทอิน (พบในผักผลไม้เช่นเดียวกับเบต้า-คาโรทีน แต่จะไม่พบในแครอทหรือน้ำมันปาล์มแดง) ไลโคพีน (พบส่วนใหญ่ในมะเขือเทศ กับผลไม้หลายชนิดเมื่อผลไม้สุข เช่น พริกขี้หนู แตงโม) และแอลฟ่า-คาโรทีน (จะพบในผักใบเขียวและจำนวนเล็กน้อยในแครอท) คาโรทีนอยด์ที่ไม่พบได้แก่ ซีแซนธิน (พบในข้าวโพดหวานและผลไม้)และแคปแซนธิน (เม็ดสีที่ให้กับพริกหยวกและพริกต่างๆและพบในกลุ่มผลไม้สีส้ม เช่น ลูกพลับ มะละกอ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530 : 40)

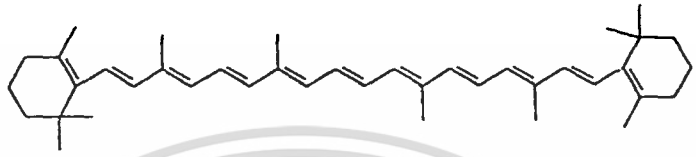
เมื่อร่างกายได้รับคาโรทีนอยด์เข้าไปจะถูกเก็บไว้หลายๆแห่ง แต่ส่วนที่สำคัญที่ใช้เก็บก็คือเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งจะเก็บไว้ประมาณ 80-85% และที่ตับจะเก็บไว้ 8-12% ส่วนกล้ามเนื้อเก็บไว้เพียง 2-3% ปริมาณคาโรทีนอยด์จะมากที่สุดที่คอร์ปัสลูเตียม (เป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งของรังไข่ที่ปล่อยฮอร์โมนออกมาเมื่อไข่ถูกผสม) แม้ว่าร่างกายจะเก็บคาโรทีนอยด์ไว้เพียง 1% เท่านั้นที่หมุนเวียนไปตามกระแสเลือด (อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539 : 18) ระดับคาโรทีนอยด์ในกระแสเลือดจะขึ้นอยู่กับปริมาณเม็ดสีในอาหาร หรืออาหารเสริมที่กินเข้าไปทุกๆวันคาโรทีนอยด์จะดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือดผ่านผนังลำไส้เล็กและใช้ไลโพโปรตีนซึ่งเป็นตัวลำเลียงโมเลกุลไขมันขนส่งไปทั่วร่างกายส่งไปตับและส่งไปเก็บที่เนื้อเยื่อไขมัน (กุลยา จันร์อรุณ, 2535 : 351)

สารสีสกัดธรรมชาติที่ได้จากการสกัด(extractad)คาโรทีนนอยด์ในพืชจะใช้ในการเติมใส่อาหาร เช่น แอนเนตโต (สีเหลือง) แซฟฟรอน (สีเหลือง) ปาปริกา (สีแดง) แซนโธฟิลล์ (สีเหลือง) แครอทและน้ำมันปาล์มแดง ในปี 1954 ได้มีนักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์คาโรทีนอยด์ชนิดแรกออกวางจำหน่ายในรูปของสีผสมอาหารโดยเฉพาะเม็ดสีเบต้า-คาโรทีนนอกจากจะผลิตเบต้า-คาโรทีนสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังผลิตสารที่เพิ่มคุณค่าทางอาหารที่ได้มาตราฐานทางเภสัชวิทยาสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมหรือเป็นยาอีกด้วย(เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2522 : 63)

เบต้า-คาโรทีนและแซนโทฟิลล์ จัดเป็นสารที่เด่นที่สุดที่ให้สีเหลืองแก่ ในแครอทมีปริมาณแอลฟ่า-คาโรทีนอยู่น้อย ส่วนมากจะเป็นเบต้า-คาโรทีน และโดยทั่วไปแล้วพืชไม่ต้องการใช้แสงในการสร้างสารพวกคาโรทีนอยด์ ไม่เหมือนกับพวกคลอโรฟิลล์ คาโรทีนนอยด์ในพืชนั้นจะถูกสร้างขึ้นโดยไม่แตกสลายไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นคาโรทีนอยด์จึงมีอยู่ในใบไม้พืชจนชั่วชีวิตของมัน (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 120)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบต้า-คาโรทีน เป็นไอโซเมอร์(isomer)ของคาโรทีน และเป็นสารประกอบประเภทคาโรที-นอยด์ซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้เป็นตัวแรกในขั้นอุตสาหกรรม เป็นสารที่มีผลึกสีส้มปนแดง มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 183 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในเอธานอล กลีเซอรอล ละลายได้น้อยในตัวทำละลายอินทรีย์ไม่คงตัวในอากาศในที่มีแสงและอุณหภูมิสูงประมาณ 45 องศาเซลเซียส แคโรที-นอยด์จะถูกทำลายภายใน 6 สัปดาห์ โครงสร้างเบต้า-คาโรทีนแสดงดังภาพที่4



β-Carotene. $C_{40}H_{56}$. MW 536.89

ภาพที่4 โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีน

ที่มา : พรพรรณ รัตนนาคินทร์, 2538 : 224

โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีน จะมีสภาพเป็นไอโซเมอร์ คือ มีจำนวนอะตอมเท่ากันแต่การเรียงตัวไม่เหมือนกัน โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีนจะมีอยู่ 2 รูปแบบที่เป็นไอโซเมอร์ เรียกทรานส์ (trans) และซิส (cis) ที่โครงสร้างแบบทรานส์จะมีรูปร่างเป็นเส้นตรง ส่วนโครงสร้างแบบซิลจะมีรูปร่างโค้งมีกิ่งก้านสาขาแต่ความแตกต่างดังกล่าวถือว่าน้อยมาก อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นคว้าเรื่องนี้คิดว่าอาจจะมีผลทำให้การออกฤทธิ์ของเบต้า-คาโรทีน แบบหนึ่งดีกว่าอีกแบบหนึ่ง หรือบางทีถ้าทำงานร่วมกันจะได้ผลดีกว่าแบบใดแบบหนึ่งเพียงตัวเดียวก็ได้ เบต้า-คาโรทีน ที่สังเคราะห์ออกมาเป็นอาหารเสริมและใช้เป็นยามักจะมีแต่แบบทรานส์ทั้งหมด เพราะแบบซิสเป็นแบบที่สังเคราะห์ยาก เบต้า-คาโรทีนที่อยู่ในผักผลไม้ตามธรรมชาติมักจะพบแบบทรานส์และแบบซิลอยู่ด้วยกันจากการศึกษาปี 1982 พบว่า แครอทบรรจุกระป๋องมีซิลไอโซเมอร์อยู่ถึง 20 เท่าของแครอทสด การทำผักหรือผลไม้บรรจุกระป๋องทำให้เบต้า-คาโรทีนแบบทรานส์เปลี่ยนสภาพเป็นซิส จากการศึกษาในปี 1988รายงานว่า กระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปที่ต้องใช้ความร้อนทำให้เบต้า-คาโรทีนเปลี่ยนเป็นซิส ส่วนจำนวนที่เปลี่ยนไปนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของความร้อนที่ใช้ดังนั้นจากผลการศึกษาปี 1980 (พรพรรณ รัตนนาคินทร์) ชี้ให้เห็นว่า ความร้อน กรด แสง และตัวทำละลายทำให้ไอโซเมอร์แบบหนึ่งเปลี่ยนเป็นอีกแบบหนึ่ง คือ เหตุผลที่ว่าทำไมผักผลไม้กระป๋อง จึงมีเบต้าคาโรทีนแบบซิสมากกว่าแบบสดๆ ตามธรรมชาติแล้วเบต้า-คาโรทีนจะมแบบทรานส์และแบบซิสอยู่ด้วยกัน ยกเว้นแครอทและมันเทศที่จะมีแต่แบบซิส (พรพรรณ รัตนนาคินทร์)

บทบาทสำคัญของเบต้า-คาโรทีนในด้านคุณค่าทางโภชนาการซึ่งส่วนใหญ่อยู่ใน แครอท (source of carotene) นั้นก็คือเป็นแหล่งวิตามินเอ (source of vitamin A)ที่สำคัญในพืชถ้าหาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งอื่นไม่ได้แล้ว คาโรทีนอยด์ 50 ชนิดจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้แต่เบต้าคาโรทีนจะมีคุรสมบัติดีกว่าคาโรทีนทั้งหมด เพราะเบต้า-คาโรทีน 1 โมเลกุลจะเปลี่ยนไปเป็นวิตามีนเอได้ 2 โมเลกุล ดังนั้นคาโรทีนจึงถือเป็นสารตั้งต้น (provitamin A) คือต้องมีการเปลี่ยนแปลงในทางเดินอาหารก่อนที่ร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับ เบต้า-คาโรทีน จะถูกเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอได้ในร่างกายคนและสัตว์โดยเอนไซม์จากตับก่อนจะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือด คาโรทีนที่มีโครงสร้างเป็น trans-isomer สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้สูงกว่า คาโรทีนที่มีโครงสร้างแบบ cis-isomer (พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, 2539 : 43) สำหรับคาโรทีนในรูปอื่น เช่น แอลฟ่า แกมม่า สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้น้อยกว่าในรูปของเบต้า ดังปรากฏในตารางที่ 2 และภาพที่ 5 ซึ่งแสดงสมรรถนะ (activity) ของคาโรทีนอยด์ในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ

ตารางที่ 4 แสดงสมรรถนะ (activity) ของคาโรทีนอยด์ในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ

เบต้า-คาโรทีน	100
แอลฟ่า-คาโรทีน	50-54
แกมม่า-คาโรทีน	42-50
ไลโคพีน	inactive

ที่มา : พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล. 2539 : 43

จึงกล่าวได้ว่าเบต้า-คาโรทีนมีคุณสมบัติเหมือนวิตามินเอ ทุกประการ แต่สิ่งที่แตกต่างกันก็คือ พิษ เพราะวิตามินที่ละลายในไขมัน จึงไม่ขับออกทางปัสสาวะ คือ จะเก็บสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะต่างๆ และทำให้เกิดปัญหา ได้แก่ อาการอ่อนเปลี้ย กระวนกระวาย เบื่ออาหาร น้ำหนักลด อาเจียน มีอาการทางระบบทางเดินอาหารอื่นๆ มีไขมันต่ำ ปัสสาวะมากผิดปกติ ตับและม้ามโต คันตามผิวหนัง ผมร่วง ริมฝีปากแตก ผิวแห้งตกสะเก็ด แต่เบต้า-คาโรทีนไม่มีปัญหาข้าเคียงที่เป็นพิษเหมือนวิตามินเอ เพราะ เบต้า-คาโรทีน มีกลไกเฉพาะที่ปลอดภายสร้างขึ้นในตัวเอง ก็คือถ้าร่างกายมีระดับวิตามินเอต่ำร่างกายจะเปลี่ยนเบต้า-คาโรทีนไปเป็นวิตามินเอเมื่อเพียงพอแล้วก็จะหยุดเบต้า-คาโรทีนที่เหลือจะเก็บไว้ในเนื้อเยื่อไขมันหรือไม่ก็ขับออกจากร่างกาย ถ้าบริโภคเบต้า-คาโรทีนมากเกินไปจะเกิดผลผลข้างเคียงเพียงอย่างเดียว คือเกิดภาวะค่โรทีนอยด์ในเลือดเกินเป็นภาวะที่ระดับเบต้า-คาโรทีนในเลือดสูง หรือเรียกว่าภาวะคาโรทีนอยด์เกินที่ผิวหนัง ทำให้ผิวหนังเป็นสีเหลืองอ่อนๆ แบบตากแดดแต่ตาขาวจะไม่เหลือง ซึ่งอาการแบบนี้จะไม่มีผลต่อสุขภาพ เมื่อไหร่ที่หยุดกินเบต้า-คาโรทีน ผิวหนังก็จะกลับคืนสภาพเดิม ถ้ากินเบต้า-คาโรทีนเกินวันละ 30 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้ฝ่ามือฝ่าเท้าเหลืองจนสังเกตเห็นได้ชัด จะสังเกตเห็นได้จากผิวหนังของทารกบางคนจะมีสีผิวเหลืองขาว เพราะกินอาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของแครอทบดผสมอยู่ จึงสรุปได้ว่ากินอาหารที่มีเบต้า-คาโรทีนมากเท่าไรก็ได้ตามความต้องการหรือจะกินเบต้า-คาโรทีนในรูปของอาหารเสริมโดยไม่ต้องกังวลกับภาวะวิตามินเอเกิน สำหรับประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขแนะนำให้บริโภคเบต้า-คาโรทีน 4.8 มิลลิกรัมต่อวัน หรือ 2,664 IU ต่อวัน (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541 : 150)

2.3 การทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหารปัจจัยใดๆที่มีผลต่อการทำแห้งนี้จึงมีผลต่ออัตราเร็วการทำแห้ง ได้แก่

1. ธรรมชาติของอาหาร

อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้าแต่ในมะเขือเทศจะมีน้ำตาลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เวลาอบทำให้แห้งเร็ว และ อาหารที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจะแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง

ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักเช่นรูปร่างเหมือนกันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ถ้าเป็นชิ้นเล็กมากทับถมกันการระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดการระเหยได้ช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก

3. ตำแหน่งของอาหารในเตา

น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่า หรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณอาหารต่อถาด

ถ้าปริมารอาหารต่อถาดมากเกินไปอาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถกระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้ จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน

อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มาก จะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย จึงมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่

6. ของอากาศร้อน

47209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้นจึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราทำแห้งลดลงด้วย

7. ความเร็วของลมร้อน

ลมร้อนทำหน้าที่เคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา อากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

2.3.1 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

การอบแห้งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง ดังนี้คือ

1. การหดตัว

การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอกส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไปอาหารที่มีน้ำหนักมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมากการทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งแบบช้า ๆ

2. การเปลี่ยนสี

อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาลอุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้น 10 - 20% มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูง ในช่วงความชื้นนี้

3. การเกิดเปลือกแข็ง

เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นเปลือกหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไปน้ำจากด้านในเคลื่อนมาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิวนอกสามารถหลีกเลี่ยงโดยการไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวของอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

4. การเสียความสามารถในการคืนสภาพ

อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพแต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ สตาร์ชและโปรตีนเสียความสามารถในการดูดน้ำ อาหารที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง ก็จะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำลายผนังเซลหรือเปลี่ยนโครงร่างของสตาร์ชและโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเสียคุณค่าสารอาหารและสารระเหย

เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซี และแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อนยิ่งใช้เวลาการทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกันการสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

2.3.2 การป้องกันการเกิดสีน้ำตาล

การเกิดสีน้ำตาลของอาหารแห้งเกิดได้จากเอนไซม์และจากปฏิกิริยาเคมีซึ่งสามารถป้องกันได้ด้วยการลวกทำลายเอนไซม์โดยใช้เวลาและอุณหภูมิที่เพียงพอในการทำลายเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) หรือแคทาเลส (catalase) ซึ่งทดสอบโดยการใช้สารละลาย guaiacol และไฮโดรเพอร์ออกไซด์(hydroperoxide)ตามลำดับและอีกวิธีหนึ่งป้องกันได้โดยใช้สารประกอบซัลเฟอร์สารประกอบซัลเฟอร์ช่วยป้องกันการเปลี่ยนสีของอาหารโดยทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอนิล (carbonyl group) ของโปรตีน โปรตีนจึงไม่สามารถรวมตัวกับน้ำตาลเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นสีน้ำตาล นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นสารฟอกสีอีกด้วยสารประกอบซัลเฟอร์อาจได้จากการเผากำมะถันแต่จะควบคุมปริมาณย จึงนิยมใช้เป็นสารละลายโซเดียมหรือโปรแตสเซียมซัลไฟต์หรือเมตาไบซัลไฟต์ ปริมาณการใช้ 200 ppm ก็เพียงพอในการป้องกันการเปลี่ยนสีระหว่างการทำแห้ง ซึ่งจะมีการสูญเสียระหว่างการทำแห้งและการประกอบอาหารจนเหลือประมาณ 50 -100 ppm เมื่อบริโภค การใช้ปริมาณมากเกินไปจะทำให้สีซีดและมีกลิ่น ซัลเฟอร์ข้อเสียของสารประกอบซัลเฟอร์ คือ ทำลายวิตามินบีและทำให้เกิดอาการแพ้ในบางคน

2.3.3 ชนิดของเครื่องอบแห้ง (Dryer)

เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะการใช้ความร้อน

1. Adiabatic Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่สัมผัสกับอาหารโดยอาหารจะอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วย ได้แก่ tray dryer , cabinet dryer , tunnel dryer , kiln dryrr , spary dryer , folw current dryer , และ air -- lift dryer เป็นต้น

2. Solid Surface Transfer Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้อาหารสัมผัสแผ่นโลหะร้อนระเหยน้ำกระจายออกไปที่บรรยากาศตามธรรมชาติ หรือใช้ลมหมุนเวียน หรือใช้ระบบสูญญากาศ ได้แก่ drum dryer , vacuum shelf dryer , continuous vacuum dryer เป็นต้น

การเลือกใช้เครื่องอบแห้ง ขึ้นกับลักษณะของอาหารเช่น ผักผลไม้ที่เป็นชิ้นขนาดใหญ่ ใช้เครื่องอบแห้งแบบ tray หรือ cabinet เป็นเตาอบแห้งที่เป็นถาดวางตะแกรงอาหารแล้วใช้กระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมร้อนพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของเตาถ้ามีปริมาณอาหารมากอาจใช้เป็นระบบต่อเนื่องด้วยเครื่องอบแห้งแบบ tunnel dryer หรือ belt dryer ลักษณะเป็นตู้ยาวเป็นรถล้อเลื่อนหรือสายพานพาอาหารเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งตามความยาวของตู้ปรับความเร็วของการเคลื่อนที่ให้อาหารที่ออกจากเตอุณหภูมิในห้องไม่สูงนักเหมาะกับผลิตผลการเกษตรที่ต้องการลดความชื้นอย่างช้า ๆ เช่น มะพร้าว ข้าวโพด เตาอบแห้งแบบ spray dryer ใช้กับอาหารที่เป็นของเหลวมีความเข้มข้นสูง มีเนื้อละเอียด เครื่องประกอบด้วยหัวฉีดอาหารให้เป็นละอองสัมผัสกับลมร้อนจนแห้งเป็นผง เช่น นมผง กาแฟผง ส่วนเตาอบแบบ flow current dryer และ air-lift dryer เป็นเตาที่ใช้ลมเป่าชิ้นอาหารให้ลอยตัวทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว ชิ้นอาหารจึงต้องมีน้ำหนักเบาและมีขนาดสม่ำเสมอและมีข้อดีที่ชิ้นอาหารจะไม่เกาะติดกันด้วย

เตาอบแบบ drum dryer เป็นเตาอบที่แประกอบด้วยลูกกลิ้งหนึ่งหรือสองลูกให้ความร้อนจากด้านใน มีระบบทำให้อาหารเคลือบผิวลูกกลิ้ง เมื่อลูกกลิ้งหมุนเคลื่อนไปครบรอบ อาหารจะแห้งพอดี แล้วถูกขูดออกด้วยใบมีด อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นที่แตกละเอียดได้ง่าย อาหารที่เหมาะกับเตาอบแบบนี้ ต้องเป็นของเหลวข้นพอที่จะเคลือบติดผิวลูกกลิ้งได้ ได้แก่ อาหารเด็กอ่อน ซุปสำเร็จรูป เป็นต้น เตาอบแบบ vacuum shelf dryer เป็นตู้ปิดสนิท ชั้นวางอาหารเป็นแผ่นให้ความร้อน มีระบบสุญญากาศดูดอากาศออกจากตู้ เมื่อใช้ระบบนี้ทำให้ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งต่ำลงได้ เตาอบแบบcontinuous vacuum dryer เป็นตู้ปิดสนิท ภายในมีสายพานหมุนพาอาหารเคลื่อนที่ไป อาหารที่แห้งแล้วจะถูกปล่อยออกจากเครื่องอบแห้งผ่านระบบกันอากาศ (air lock)

2.3.4 กรรมวิธีการผลิตอาหารแห้ง

อาหารผักและผลไม้มีวิธีการเตรียมเหมือนการบรรจุกระป๋องคือ การปอกเปลือก ตัดเป็นขนาดตามความนิยมหรือความสะดวกในการใช้ ผักสีเขียวนิยมแช่สารละลายคาร์บอเนตเพื่อรักษาสีเขียว ผักและผลไม้ที่ดำง่ายเนื่องจากเอนไซม์ นิยมแช่สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์1% หรือกรดซิตริก 0.5 %หรือโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.1% ระหว่างรอการแปรรูป ผักประเภทแป้งนิยมลวกทำลายเอนไซม์ที่ทำให้อาหารมีสีคล้ำ แต่ผักที่ให้กลิ่น เช่น มะกรูด กระเพรา ไม่นิยมลวกเพราะกลิ่นรสเสียไปมาก ถ้ามีการลวกต้องมีการทำให้เย็นหลังการลวก มิฉะนั้นอาหารจะเละหรือเสียรสชาติในการอบแห้งผัก ใช้อุณหภูมิในช่วงแรก 88-90 องศาเซลเซียส แล้วลดเหลือ 60 องศาเซลเซียสถ้าไม่ใช้สารประกอบซัลเฟอร์ หรือลดเหลือ 71-74 องศาเซลเซียส ถ้าใช้สารประกอบซัลเฟอร์ ส่วนผลไม้นิยมใช้อุณหภูมิต่ำเพราะมีน้ำตาล ใช้อุณหภูมิ 60-63 องศาเซลเซียส ความชื้นสุดท้ายของผักประมาณ 4% และผลไม้ประมาณ 10-20 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 อาหารผง

อาหารผงแบบง่ายที่สุดทำโดยการทำแห้งอาหารที่เป็นชิ้นก่อนแล้วบดละเอียดเช่นพริกป่น แป้งผลไม้เช่น แป้งกล้วย แต่อาหารผงทั่วไปมักจะทำจากอาหารเหลวที่มีความเข้มข้นสูงเช่น นมผง ทำจากนมสดนำมาให้ความร้อนทำลายเอนไซม์ลิเปสป้องกันการเหม็นหืนในภายหลัง แล้วระเหยน้ำให้เข้มข้นไม่เกิน 40 % แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) หรือ เครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นเป็นผง (spray dryer)

2.3.6 การเก็บอาหารแห้ง

อาหารแห้งที่เก็บมีค่าแอกติวิตี้ต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ทั้งนี้จะต้องรักษาวอเตอร์แอกติวิตี้ไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บ อย่างไรก็ตามยังมีการเสื่อมเสียอื่นๆอีกทำให้ต้องเก็บอาหารแห้งที่มีค่าอแกติวิตี้ต่ำกว่านี้มาก และหลีกเลี่ยงสภาวะที่ส่งเสริมการเสื่อมเสียของอาหารแห้ง

2.3.7 การเสื่อมเสียของอาหารแห้งเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

1. การออกซิไดส์เอง (Autooxidation) เนื่องจากอากาศทำปฏิกิริยากับไขมันทำให้เหม็นหืน เกิดกับ วิตามินเอ ซี ทำให้เสื่อมคุณค่าทางอาหาร เกิดครอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน ทำให้สีซีด เกิดกับน้ำมันระเหยและสารให้กลิ่นทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยเสริมปฏิกิริยา คือ แสงและอุณหภูมิสูง

2. เนื่องจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารแต่แรก หรือมาจากแหล่งอื่นภายหลังจึงต้องมีการทำลายเอนไซม์

3. การเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิ หลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่อากาศถ่ายเท

4. การเกาะจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากดูดความชื้นจากอากาศ หลีกเลี่ยงโดยการเก็บในภาชนะปิดสนิท

เมื่อเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ย อาหารจะดูดความชื้น จึงต้องเก็บในภาชนะปิดสนิท แต่อาหารที่มีความชื้นสูงกว่าความชื้นสมดุล เช่น หอม จากอากาศ กระเทียมแห้งจะต้องเก็บในภาชนะโปร่งระบายอากาศได้ดีเพราะจะมีการระเหยน้ำจากหอมและกระเทียมถ้าอยู่ในภาชนะปิดน้ำที่ระเหยออกมาจะควบแน่นเป็นหยดน้ำเปียกที่ผิวทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย

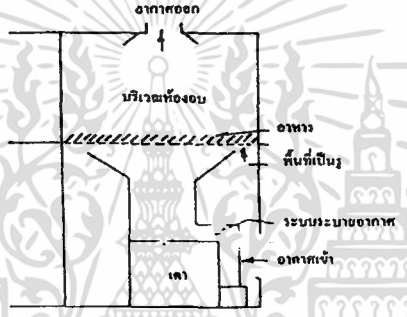
2.3.7 การอบแห้งอาหารในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งบรรยากาศแบบกะ

เครื่องอบแห้งแบบกะนี้ ใช้เมื่ออาหารหลายชนิดต่าง ๆกัน และใช้เมื่ออบแห้งแต่ละครั้งไม่ค่อยมากหรืออบแห้งตามฤดูกาล เช่น ตู้อบแห้งแบบเตาเผา ซึ่งยังใช้กันมากในการอบผล-ไม้ ลักษณะของตู้นี้ได้ซึ่งประกอบด้วยสองชั้น โดยมีพื้นเป็นช่อง ๆ พื้นนี้จะเป็นตัวแยกห้องอบแห้งออกเป็นชั้นบนและชั้นล่างบริเวณห้องส่วนล่างจะประกอบด้วยเตาที่ผลิตอากาศร้อน ผลไม้จะวางอยู่บนพื้นที่เป็นช่องๆนี้และได้รับอากาศร้อนจากห้องส่วนล่าง การใช้ตู้อบแห้งแบบนี้จะสิ้นเปลืองค่าแรงงานมากและใช้เวลาการอบนานตู้อบแห้งแบบดั้งเดิมจะมีส่วนที่ต่อกับตัวเผาไหม้ซัลเฟอร์เพื่อผลิตซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เครื่องอบแห้งแบบตู้อบหรือถาด (Cabinet or tray) เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของเครื่องอบแห้งบรรยากาศแบบกะเครื่องนี้จะใช้เมื่ออบอาหารจำนวนเล็กน้อย หรือเป็นขั้นการทดลอง



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะตู้อบแห้งแบบเตาเผา
ที่มา : บุหลัน พิทักษ์, 2538 : 58

ลักษณะการอบแห้งของเตาเผา พบว่าถ้าความร้อนถ่ายเทจากลมร้อนทั้งหมด การอบแห้งในคาบนี้จะเป็นการอบแห้งแบบคงที่ความชื้นของอากาศที่จะเข้าใกล้เส้นกระเปาะเปียกอย่างไรก็ตาม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ จึงได้มีการติดตั้งตัวให้ความร้อนภายในตู้อีกตัวหนึ่ง จากการติดตั้งให้ความร้อนเพิ่มนี้เอง ทำให้อากาศสามารถดูดซับปริมาณไอน้ำได้มากขึ้นต่อหนึ่งหน่วยของอากาศ แต่ในขณะเดียวกันอุณหภูมิที่ผิวหน้าของอาหารก็จะสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง เมื่อเป็นเช่นนี้อาจมีการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถ้าหากว่าอุณหภูมิสูงเกินไป

ถ้าพูดประสิทธิภาพของพื้นที่ที่ใช้อบแห้งและชั้นความหนาของอาหารที่จะอบแห้งของเครื่องนี้จะพบว่า ถ้าลมร้อนผ่านเข้าไปยังชั้นลมร้อนของอาหารที่ไม่แน่นมากพื้นที่ผิวสัมผัสของอาหารกับลมร้อนก็จะได้เกือบทุกด้าน โดยมีค่าเท่ากับความหนาเฉลี่ยของอาหารนั้นแต่ถ้าอาหารถูกวางอัดแน่นมากพื้นที่ผิวสัมผัสของชิ้นอาหารจะมีค่าเท่ากับพื้นที่ผิวของถาดที่บรรจุอาหารนั้นและมีความหนาเท่ากับความสูงของถาดนั้น ๆ (บุหลัน พิทักษ์, 2538: 58)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ

1. มะเขือเทศ

ข. อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. มีด
3. ถาดอลูมิเนียม
4. เครื่องปั่น
5. ตาชั่งละเอียด
6. จานเพาะเชื้อ
7. ตาชั่งละเอียด
8. บิกเกอร์
9. โถดูดความชื้น
10. ผ้าขาวบาง
11. ปิเปต
12. Plate

3.2 วิธีการ

วางแผนการทดลองโดยการ ทดลองผลิตผงสีจากของเหลือที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปมะเขือเทศลดปัญหาการเกิดขยะ เช่น ส่วนที่เป็นเปลือก น้ำ และส่วนเป็นเนื้อ และนำส่วนที่เหลือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น การผลิตผงสีจากเปลือก จากน้ำและส่วนที่เป็นเนื้อมะเขือเทศดังต่อไปนี้

3.2.1 กรรมวิธีการผลิตผงสีจากส่วนต่างๆของมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การผลิตผงสีจากเปลือกมะเขือเทศ

1. นำมะเขือเทศที่สุกแดงจัดมาล้างทำความสะอาดให้สิ่งสกปกออกให้หมด
2. ต้มน้ำให้เดือดอุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส แล้วนำมะเขือเทศที่เตรียมไว้ไปลวกเวลา 2 นาทีเพื่อให้เม็ดสีในมะเขือเทศละลายแล้วยกออกทันที
3. ปอกเปลือกมะเขือเทศออก
4. นำส่วนเปลือกใส่จานเพาะเชื้อแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมงแล้วยกออก
5 นำเปลือกมะเขือเทศที่อบแล้วมาบดให้ละเอียดแล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง
6 ได้ผงสีมะเขือเทศ

ภาพที่12 ขั้นตอนการผลิตผงสีจากเปลือกมะเขือเทศ

2. การผลิตผงสีจากเนื้อมะเขือเทศ

1. นำเนื้อมะเขือเทศที่เหลือจากข้อ ก. มาบีบเอาน้ำออกให้ได้มากที่สุด
2. นำเนื้อมะเขือเทศที่ได้จากข้อ 1. มาใส่จานเพาะเชื้อเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

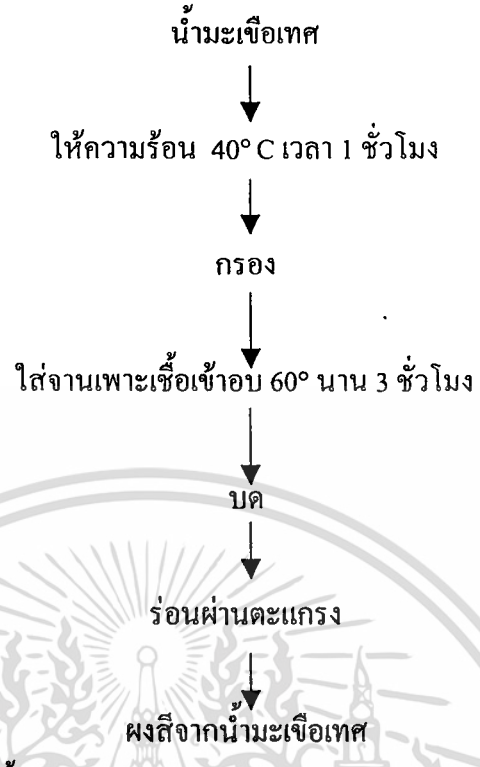
3. นำมาบดให้ละเอียด
4. ร่อนผ่านตะแกรง
5. ได้ผงสีจากส่วนเนื้อ

ภาพที่ 13 ขั้นตอนการผลิตผงสีเนื้อมะเขือเทศ

3. การผลิตผงสีจากน้ำมะเขือเทศ

1. เอาส่วนที่เป็นน้ำที่เหลือจากข้อ ข. มาใส่บิกเกอร์ขนาด 500 ml.
2. ให้ความร้อน 40 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เพราะว่าจะทำให้เม็ดสีรวมตัวกันเป็นแผ่นง่ายต่อการเอาน้ำที่เหลือออก
3. ใช้ปิเปตดูดน้ำออกออกให้หมด
4. กรองผ่านตะแกรง
5. นำส่วนเม็ดสีที่ได้เข้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 4 ชั่วโมง
6. นำออกมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรง
7. ได้ผงสีจากส่วนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 ขั้นตอนการผลิตผงสีน้ำมะเขือเทศ

3.2.2 การทดสอบการละลาย

1. นำตัวอย่างผงสีมะเขือเทศจากส่วนเปลือกเปลือก, น้ำ, เนื้อมะเขือเทศมา 2.5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 30 ml.
2. แช่ใน Water bath ที่อุณหภูมิ 30° C นาน30 นาที
3. นำของผสมมาชั่งน้ำหนัก แล้วทำการ Centrifuged ที่ความเร็วรอบ 8000 rpm เป็นเวลา 10 นาที
4. เทน้ำออกจากส่วนผสมแล้วชั่งน้ำหนักของผสมที่เหลือนำผลที่ได้ไปคำนวนหาค่า Water Absorption Index = $[(W_1 - W_2)/W_0]$ x 100 จะแสดงน้ำที่ละลายอยู่ในของแข็ง

3.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำผงสีที่ผลิตจากข้อ ก,ข, และ ค. มาผสมในวุ้นเพื่อทดสอบด้านการยอมรับของผู้บริโภค โดยให้นักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คนเป็นผู้ชิมวุ้น ในปริมาณแตกต่างกันคือ 0.1%, 1%, และ 10% โดยให้คะแนนความชอบในเรื่อง สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 1 – 9 คะแนนเป็นคะแนนความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชอบมากที่สุดและชอบน้อยที่สุด โดยการทดสอบ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis Variance มีความเชื่อมั่น 95% ซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถเขียนวิจารณ์ หรือข้อแนะนำได้ตอนท้ายของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้น

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ 2544 ถึงเดือน พฤศจิกายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การผลิตผงสีจากส่วนต่างๆของมะเขือเทศ ได้แก่ ส่วนเปลือก ส่วนเนื้อ และส่วนน้ำมะเขือ-เทศจากการทดลองนำมะเขือเทศ 1 กิโลกรัม มาผลิตผงสี จากนั้นนำส่วนต่างๆของมะเขือเทศมาชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการผลิตได้ดังนี้

ตารางที่5 น้ำหนัก ของมะเขือเทศก่อนอบและหลังอบ

ตัวอย่าง	ก่อนอบ	หลังอบ
เปลือก	54 กรัม	20 กรัม
เนื้อ	246 กรัม	25 กรัม
น้ำ	700 กรัม	5.15 กรัม

จากการทดลองแสดงว่าในมะเขือเทศ 1 กิโลกรัมมีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากกว่าส่วนที่เป็นเปลือกและส่วนเนื้อ

4.1 การทดสอบด้านประสาทสัมผัส

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 20 คนในด้านกลิ่น

สี เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ดังนี้

ตัวอย่าง[1]	คะแนนรวม								
	A	B	C	D	E	F	H	I	J
สี	6.90[c]	7.05	7.35	7.47	7.50[a]	7.15	6.75[b]	7.10	7.40
กลิ่น	6.00	5.80	6.20	6.75[a]	6.20	6.30[b]	6.10[b]	6.15	5.85
เนื้อสัมผัส	7.05	7.00	6.70	7.25[a]	6.75	6.70[c]	7.00	7.00	6.50[b]
ลักษณะปรากฏ	7.10	6.65	6.85	6.95	6.65	6.85	6.80	6.70	6.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ) คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 20 คนในด้าน กลิ่น สี เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ดังนี้

ตัวอย่าง[1/]	คะแนนรวม								
	A	B	C	D	E	F	H	I	J
ความชอบรวม	7.10[a]	6.85[ca]	6.85[cha]	7.25[a]	6.90[caj]	7.05[a]	6.95[fa]	7.05[a]	6.80

1/ = ตัวอย่าง

A = ผงสีได้จากเนื้อมะเขือเทศ 0.1%

B = ผงสีได้จากเนื้อมะเขือเทศ 1%

C = ผงสีได้จากเนื้อมะเขือเทศ 10%

D = ผงสีได้จากน้ำมะเขือเทศ 0.1%

E = ผงสีได้จากน้ำมะเขือเทศ 1%

F = ผงสีได้จากน้ำมะเขือเทศ 10%

H = ผงสีได้จากเปลือกมะเขือเทศ 0.1%

I = ผงสีได้จากเปลือกมะเขือเทศ 1%

J = ผงสีได้จากเปลือกมะเขือเทศ 10%

2/ = คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ก. การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

สีของผลิตภัณฑ์วุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศลงไปโดยสังเกตจากสีของวุ้นที่เติมสีส่วนที่เป็นน้ำ เนื้อ และส่วนที่เป็นเปลือกของมะเขือเทศได้ผลทางสถิติดังนี้ ผู้ทดสอบให้คะแนนตัวอย่างสีที่เติมผงสีจากน้ำมากที่สุดโดยให้คะแนน 7.50 คะแนนซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ ตัวอย่างที่เติมผงสีจากเปลือกมะเขือเทศจะมีคะแนนต่ำสุด คือ 6.75 คะแนน

ข. การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

จากการทดลองเติมผงสีมะเขือเทศลงในวุ้นให้ผู้ทดสอบประเมินผลปรากฏว่าผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 20 คนให้คะแนนตัวอย่างวุ้นที่เติมผงสีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1% ได้คะแนน 6.75 คะแนน ซึ่งมีความแตกตางอย่างมีนัยสำคัญที่มีความเชื่อมั่น95% ($p \leq 0.05$) และตัวอย่างที่ได้คะแนนต่ำสุดคือตัวอย่างที่เติมผงสีจากเนื้อมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 1% ได้คะแนน 5.80 คะแนน เนื่องจากตัวอย่างที่เติมผงสีจากเนื้อมะเขือเทศนี้มีกลิ่นของมะเขือเทศรุนแรงคนจึงไม่ชอบ

ค. การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

จากการทดลองเติมผงสีมะเขือเทศลงในวุ้นให้ผู้ทดสอบประเมินผลปรากฏว่าผู้ทดสอบให้คะแนนตัวอย่างที่เติมผงสีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1% โดยผู้ทดสอบได้ให้คะแนน 7.25 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95%เพราะผงสีจากน้ำมะเขือเทศละลายเป็นเนื้อเดียวกับกับวุ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของวุ้นนุ่มและไม่จับกันเป็นก้อนทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสำหรับตัวอย่างที่เติมผงสีจากเปลือกที่มีความเข้มข้น 0.1% และจากเนื้อมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 1 %ได้คะแนน 7.00 คะแนนเท่ากันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ

ง. การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ

จากการทดสอบด้านลักษณะปรากฏของผู้ทดสอบทั้ง 20 คนผู้ทดสอบได้ให้คะแนนตัวอย่างวุ้นที่เติมผงสีจากเนื้อมะเขือเทศมากที่สุดได้ 7.10 คะแนนซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่มีความเชื่อมั่น 95% สำหรับวุ้นที่เติมผงสีจาก เนื้อความเข้มข้น 1% , น้ำความเข้มข้น 1% และ ส่วนเปลือกความเข้มข้น 10% ได้คะแนน 6.65 คะแนนเท่ากันซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จ. การทดสอบด้านความชอบรวม

จากการทดสอบผู้ทดสอบได้ให้คะแนนตัวอย่างวุ้นที่เติมผงสีจากส่วนน้ำมากที่สุดได้คะแนน 7.25 คะแนน เพราะว่าผงสีจากน้ำมะเขือเทศละลายน้ำได้ดี ไม่มีกลิ่นของมะเขือเทศแรงและเนื้อสัมผัสก็ดีจึงทำให้ผู้ทดสอบยอมรับสำหรับตัวอย่างที่เติมผงสีจากน้ำ10% และเปลือก 1% ได้คะแนนเท่ากันได้ 7.05 คะแนนไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ

4.2 การทดสอบเปอร์เซ็นต์การละลาย

จากการทดลองหาเปอร์เซนต์การละลายได้ผลดังนี้

เปลือก เปอร์เซนต์การละลายเท่ากับ 1,591.2 แสดงว่าการละลายน้ำไม่ดีละลายน้ำได้น้อยเมื่อเทียบกับส่วนที่เป็นเนื้อและน้ำ เพราะว่าในส่วนเปลือกมีองค์ประกอบเป็นเพคติน ซึ่งเพคตินมีคุณสมบัติละลายน้ำได้น้อย ดังนั้นเมื่อเอาผงสีส่วนที่เป็นเปลือกไปทดลองในผลิตภัณฑ์วุ้นจึงไม่ละลายน้ำ

น้ำ เปอร์เซนการละลายเท่ากับ 1,904 แสดงว่าการละลายน้ำดีเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนที่เป็นเนื้อและเปลือก เพราะว่าในน้ำมะเขือเทศที่เราสกัดเอาน้ำออกมามีเฉพาะเม็ดสี และเม็ดสีใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะเขือเทศก็สามารถละลายน้ำได้ แต่ ถ้าเราใช้อุณหภูมิสูงเกินไปในการผลิตผงสีจากส่วนน้ำก็จะทำให้โปรตีนตกตะกอนได้และสีก็เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

เนื้อ เปอร์เซ็นต์การละลายน้ำเท่ากับ 1,876 การละลายน้ำในส่วนของเนื้อมะเขือเทศละลายได้ปานกลางเมื่อเทียบกับส่วนที่เป็นน้ำ และเปลือก ในเนื้อมะเขือเทศมีพวก เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำประกอบอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อเรานำผงสีที่ได้จากส่วนเนื้อไปผสมในผลิตภัณฑ์วุ้นจึงทำให้ไม่ละลายน้ำได้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการผลิตผงสีจากมะเขือเทศที่ใช้ในการเปรียบเทียบกันระหว่างผงสีจากเปลือก จากน้ำ และจากเนื้อโดยให้ความเข้มข้นเท่ากันคือ 0.1%, 1% และ 10% แล้วไปผสมลงในวุ้นแล้วทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คนผลปรากฏดังนี้ตัวอย่างที่เติมผงสีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1% ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดเพราะว่าไม่ว่าจะเป็นด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับลักษณะของสี เป็นสีแดงอมชมพู กลิ่นของมะเขือเทศก็ไม่แรง เนื้อสัมผัสก็เป็นเนื้อเดียวกันกับวุ้น และเปอร์เซนต์การละลายก็ละลายน้ำได้ในปริมาณที่สูง ดังนั้นจึ่งทำให้ผงสีจากน้ำมะเขือเทศเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการผลิตผงสีจากส่วนต่างๆของมะเขือเทศทำให้เราได้ผงสีผสมอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติสามารถใช้แทนผงสีที่สังเคราะห์ขึ้นมาและมีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งของวิตามิน A และที่สำคัญ คาโรทีนอยด์สูงสามารถยับยั้งป้องกันโรคมะเร็งได้ นอกจากนี้แล้วยังสามารถแก้ปัญหาขยะที่เหลือจากโรงงานแปรรูปมะเขือเทศด้วย เพราะเราสามารถนำส่วนที่เป็น เปลือก น้ำของมะเขือเทศมาผลิตเป็นผงสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2522. มะเขือเทศผักอุตสาหกรรม. นนทบุรี : ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. 63 น.

กุลยา จันทร์อรุณ. 2533. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : ตำราเอกสารทางวิชาการฉบับที่ 35 ภาคพัฒนาเอกสารวิชาการหน่วยศึกษานิเทศ กรมฝึกหัดครู. 315 น.

กรมส่งเสริมการเกษตร.2530.อาหารจากมะเขือเทศ. คู่มือส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ : 40 น.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และวันเพ็ญ จิตเจริญ. 2536. การควบคุมคุณภาพอาหาร. ลำปาง : สถาบันเทคโนโลยีวิยาเขตลำปาง. 136 น.

นฤดม บุญหลง. 2524. หลักการอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 364 น.

บุหลัน พิทักษ์ และทัสนี สรสุชาติ. 2538. การถนอมผลิตผลการเกษตร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 58 น.

เมืองทอง ทองเทวี. 2525. สวนผัก. มปท. 324 น.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2538. มะเขือเทศ. กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์. 28 น.

มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. 2541.มหัศจรรย์ผัก108. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ : ม.ป.ส. 422 น.

วิทย์ เที่ยงบรูณธรรม. 2530. พจนานุกรมสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ประชุมทองการพิมพ์. 50 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมภพ จิติวสันต์. 2530. การผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้า.กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 172 น.

สมชาติ โภณรณฤทธิ์2540. การอบบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมตำราสถาบันพระจอมเกล้าธนบุรี. 579 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Rating Scales

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

สีที่ได้จากเนื้อมะเขือเทศ

A = 0.1%

B = 1%

C = 10%

สีที่ได้จากน้ำมะเขือเทศ

D = 0.1%

E = 1%

F = 10%

สีที่ได้จากเปลือก

H = 0.1%

I = 1%

J = 10%

การให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

9 = ชอบมากที่สุด

8 = ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

1 = ไม่ชอบที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างอาหาร									Grnd total (G.T)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	6	5	7	5	5	5	5	5	6	49
2	8	7	8	9	8	7	6	8	8	69
3	6	6	7	5	9	8	6	8	9	64
4	8	7	8	9	7	6	7	7	9	68
5	9	8	8	9	9	8	7	8	8	75
6	8	8	8	9	9	8	7	8	8	73
7	7	8	8	7	6	7	8	8	7	66
8	8	6	8	8	8	7	6	8	6	65
9	6	7	7	7	7	6	5	6	8	59
10	5	6	5	7	6	7	7	8	8	59
11	6	8	8	9	9	7	5	5	7	64
12	7	6	7	8	7	7	6	6	7	61
13	5	6	7	7	7	8	7	7	6	60
14	8	8	9	9	9	8	9	9	9	78
15	6	7	7	7	8	8	7	8	7	65
16	6	7	5	6	6	6	6	5	5	52
17	8	9	7	7	7	8	9	7	7	69
18	7	8	7	7	7	7	7	7	7	64
19	7	7	8	7	8	7	7	7	8	66
20	7	7	8	7	8	7	8	7	7	66
Sum	138	141	147	149	150	143	135	142	148	1293
Maen	6.9	7.05	7.35	7.45	7.5	7.15	6.75	7.1	7.4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของผงสีมะเขือเทศในเรื่องสี

SOV	dF	SS	MS	F_{ral}	$F_{0.05}$
Sample	8	10.8	1.35	0.50	1.94
Jadges	19	102.06	5.37	2.02	1.75
Error	152	404.09	2.65		
Total	179	516.95			

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศ

ผู้ทดสอบลำดับ	ตัวอย่าง									Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	7	7	5	5	6	7	7	7	6	57
2	8	7	6	9	7	8	9	8	7	69
3	7	7	4	6	5	8	7	6	6	56
4	9	9	8	8	8	9	9	7	6	73
5	8	8	8	9	8	6	7	8	7	69
6	7	7	7	8	7	6	5	7	6	60
7	7	8	8	8	6	8	7	7	8	67
8	6	5	5	6	7	8	8	7	6	58
9	6	8	8	7	7	8	8	8	7	67
10	7	7	7	8	7	7	8	9	8	68
11	8	7	7	8	7	4	7	7	4	59
12	7	7	7	7	6	6	6	6	6	58
13	6	6	6	6	7	5	6	5	5	52
14	6	6	7	7	6	7	7	7	7	60
15	6	6	6	6	7	8	7	7	7	60
16	6	6	6	6	6	6	5	5	6	52
17	8	8	7	7	7	8	7	8	7	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศ(ต่อ)

ผู้ทดสอบลำดับ	ตัวอย่าง									Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
18	8	8	8	7	7	7	7	7	7	66
19	7	6	7	9	7	6	6	7	7	62
20	7	7	7	8	7	7	7	7	7	64
Sum	141	140	143	145	135	139	140	140	130	1244
Mean	7.05	7	6.7	7.25	6.75	6.7	7	7	6.5	

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสมีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	8	7.9	0.98	0.34	1.94
Judges	19	73.69	3.87	1.35	1.75
Error	152	435.39	2.86		
Total	179	516.98			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ

ผู้ทดสอบ ลำดับ	ตัวอย่าง									Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	7	8	7	8	7	8	7	7	7	66
2	7	7	7	8	7	7	7	7	8	65
3	8	8	7	7	7	8	8	7	7	67
4	8	8	7	7	7	8	9	8	7	69
5	6	7	6	5	5	6	6	6	5	53
6	6	6	7	5	5	7	7	6	6	55
7	6	6	6	7	7	6	6	7	7	58
8	6	6	6	5	5	5	7	5	7	53
9	7	7	7	6	6	7	6	6	6	58
10	7	6	8	9	9	6	7	4	6	62
11	7	8	8	7	7	8	8	7	8	70
12	7	8	7	7	7	8	7	7	8	67
13	7	7	8	5	5	4	4	4	4	48
14	6	7	7	7	7	7	8	7	6	63
15	8	6	6	8	8	8	6	8	6	62
16	9	7	7	8	8	7	7	9	7	69
17	8	7	7	7	7	7	6	7	8	64
18	7	7	6	7	7	6	7	7	7	62
19	8	7	6	7	7	7	7	8	7	64
20	7	6		5	5	7	6	7	6	55
Sum	142	139	137	139	133	137	136	134	133	1230
Maen	7.1	6.95	6.98	6.95	6.65	6.85	6.8	6.7	6.65	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศในเรื่องลักษณะ ปรากฏมีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	3.7	0.49	0.22	1.94
Judges	19	82	4.31	2.11	1.75
Error	152	311.3	2.34		
Total	179	397			

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวมของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศ

ผู้ทดสอบลำดับ	ตัวอย่าง									Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	7	6	6	5	5	7	6	6	6	54
2	8	8	7	9	7	8	8	8	7	70
3	7	6	6	6	7	6	8	7	6	59
4	8	8	8	9	7	7	9	7	7	70
5	8	6	7	9	8	8	7	8	8	69
6	7	5	6	8	7	7	6	7	7	60
7	9	8	7	8	7	8	7	8	7	69
8	6	8	7	7	8	8	7	7	7	65
9	7	8	8	8	7	7	8	8	8	69
10	8	7	6	6	7	8	6	7	7	62
11	7	6	8	9	8	6	5	7	6	62
12	7	6	7	6	6	6	6	6	6	65
13	5	6	6	6	6	7	6	5	6	53
14	7	7	7	7	8	7	8	7	7	65
15	6	6	7	6	6	7	7	7	6	58
16	6	6	6	5	6	6	6	6	6	52
17	8	8	7	7	7	7	8	8	7	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศ

ผู้ทดสอบลำดับ	ตัวอย่าง									Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
18	7	8	8	7	7	7	7	8	7	66
19	7	7	7	9	7	6	6	7	8	64
20	7	7	7	8	7	8	8	7	7	66
Sum	142	137	137	145	138	141	139	141	136	1256
Mean	7.1	6.85	6.85	7.25	6.9	7.05	6.95	7.05	6.8	

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศในเรื่องลักษณะปรากฏสัมผัสมีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	8	3.7	0.46	0.22	1.94
Judges	19	82	4.31	2.11	1.73
Error	152	311.3	2.04		
Total	179	397			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศ

ผู้ทดสอบลำดับ	ตัวอย่าง									Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
3	6	6	6	7	6	6	7	6	6	56
4	5	5	6	5	5	5	6	5	5	47
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	46
7	7	6	8	8	8	8	7	7	7	66
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
10	5	7	7	7	6	6	5	7	6	51
11	6	7	7	8	9	7	6	7	8	65
12	8	7	8	8	8	7	6	7	7	66
13	6	6	4	5	7	8	8	8	6	58
14	8	8	7	8	7	9	8	8	6	69
15	5	6	7	8	7	7	7	5	7	57
16	8	6	8	6	7	8	7	8	6	66
17	7	6	7	9	8	7	8	6	7	65
18	5	5	5	6	5	5	5	5	5	46
19	7	6	7	8	6	7	8	8	6	63
20	6	5	5	5	4	5	5	5	5	45
Sum	120	117	124	129	124	126	124	123	118	1105
Maen	6	5.85	6.2	6.75	6.2	6.3	6.1	6.15	6.15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 5</u> การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศในเรื่องกลิ่นดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	8	5.88	0.74	1.61	1.94
Judges	19	173.75	9.14	19.87	1.75
Error	125	69.9	0.46		
Total	179	249.53			

จากการีวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA Analysis สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้จากวิธีการการคำนวณดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง

การคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของวุ้นที่เติมผงสีมะเขือเทศโดยมีความแตกต่าง 0.1% 1% 10% ดังนี้

1. การคำนวณหา C.F. (Corection Factor)

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(1105)^2}{180}$$

$$= 6783.47$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df sample

= จำนวนตัวอย่าง – 1

= 9 – 1

= 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 20 – 1

= 19

2.3 df total

= จำนวนการตรวจ

= 60 – 1

= 59

2.4 df error

= df total - df judges - df sample

= 179 – 19 – 2

= 152

3. การคำนวณหาค่า SS (Sum of square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

3.1 SS. sample = $\frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample})}$ - CF,

$$= \frac{(120^2 + 117^2 + 124^2 + 129^2 + 124^2 + 126^2 + 124^2 + 123^2 + 118^2)}{20} - 2747.26$$

= 5.88

3.2 SS. judges = $\frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})}$ - CF

= $(45^2 + 54^2 + \ldots 45^2) - 6783.47$

= 37.06

3.3 SS. total = $(\text{ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า})^2$ - CF

= $\frac{(7^2 + 6^2 + \ldots 8^2)}{9} - 2747.26$

= 173.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 SS, error = SS, total - SS, judges - SS, sample

= 249.53 – 5.88 –173.75

= 69.9

4. การคำนวณหา MS (Mean Square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

4.1 MS, sample $= \frac{\text{SS, sample}}{\text{df, sample}}$

$= \frac{5.88}{8}$

= 0.74

4.2 MS, judges $= \frac{\text{SS, judges}}{\text{df, judges}}$

$= \frac{173.75}{19}$

= 9.14

4.3 MS, error $= \frac{\text{SS, error}}{\text{df, error}}$

$= \frac{69.9}{152}$

= 2.41

5. การคำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

5.1 F, Sample $= \frac{\text{MS, Sample}}{\text{MS, error}}$

$= \frac{0.74}{2.41}$

= 1.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 F, judges = MS. judges

$$= \frac{\text{MS, error}}{9.14}$$

$$= \frac{}{0.46}$$

$$= 19.87$$

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

F sample = 11.61

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 8

df, error n_2 = 152

= 1.94

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 6.14 มีความมากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 3.32 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

F judges = 11.61

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 8

df, error n_2 = 152

= 1.94

จากการคำนวณ F judges ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ค่าที่ได้ 2.01 แสดงว่า Judges ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

D	F	C	E	H	G	A	B	I
6.75	6.30	6.20	6.20	6.15	6.10	6.00	5.85	5.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 หาค่า Stand and error (SE)

$$= \sqrt{\frac{\text{MS error}}{\text{replicate}}}$$

$$= \sqrt{\frac{20}{0.46}}$$

$$= 0.023$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Singnificant studentried rang (SSR) ที่ t = 9 ค่า df error = 152 จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 1.61

7.3 คำนวณค่า LSD (Least singnificant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

LSD = SE x Significant Standantized Range

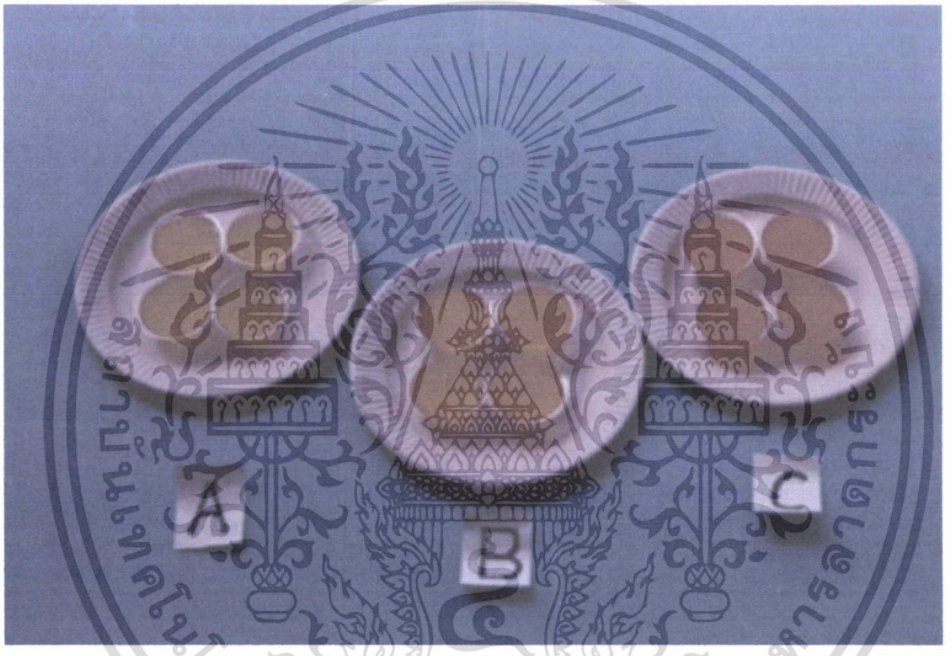
= 0.023 x 1.16

= 0.026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพผงสีที่ได้จากส่วนเนื้อ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

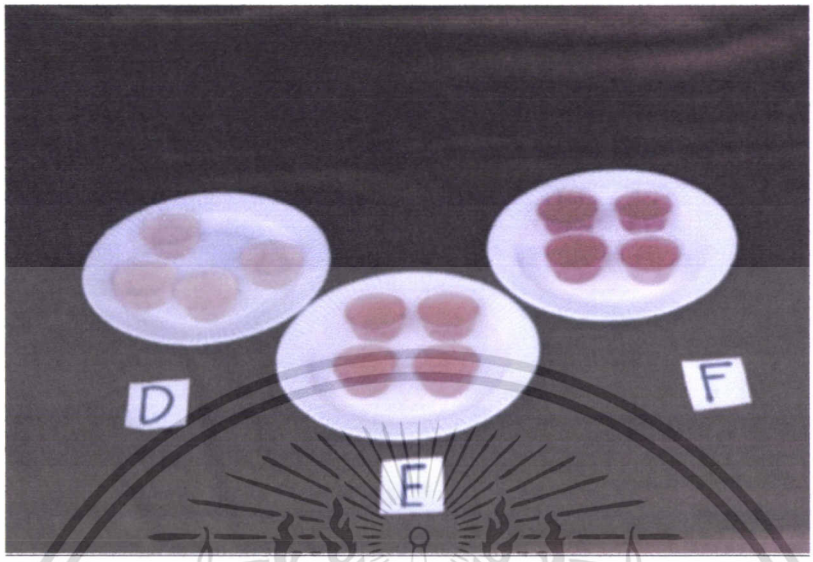
ภาพที่ภาคผนวก 1ข แสดงลักษณะของสีจากส่วนที่เป็นเนื้อมะเขือเทศ

A = สีจากเปลือกมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1%

B = สีจากเปลือกมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 1%

C = สีจากเปลือกมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

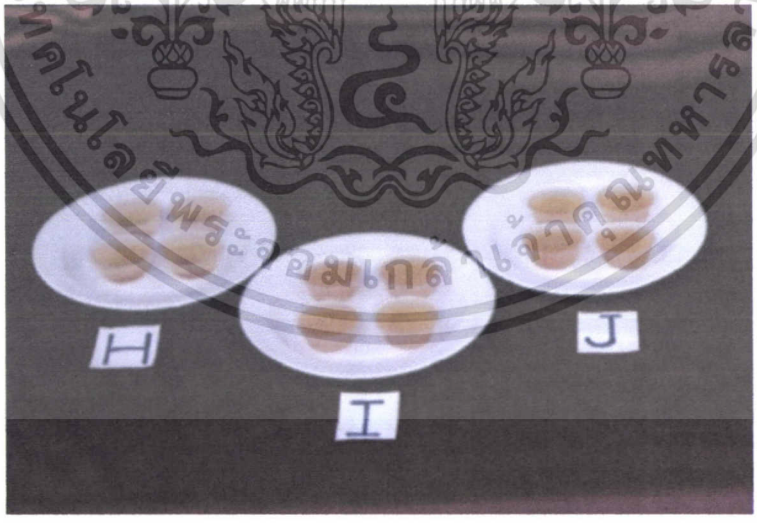


ภาพที่ภาคผนวก 2 ข แสดงลักษณะของสีจากส่วนน้ำของมะเขือเทศ

D = สีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1%

E = สีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 1%

F = สีจากน้ำมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 10%



ภาพที่ภาคผนวก 3 ค แสดงลักษณะสีที่ผลิตจากเปลือกมะเขือเทศ

H = สีจากเปลือกมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 0.1%

I = สีจากเปลือกมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 1%

J = สีจากเปลือกมะเขือเทศที่มีความเข้มข้น 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การหาเปอร์เซ็นต์การละลายของผงสีที่ได้จากเปลือกมะเขือเทศจากสูตร

Water Absorption Index = $\left[(W_1 - W_2)/W_0\right] \times 100$

$$= \frac{50 - 10.22}{2.5} \times 100$$

$$= 1591.2$$

เปอร์เซ็นต์การละลายน้ำของผงสีมะเขือเทศเท่ากับ 1591.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีทางประสาทสัมผัส Headonic Scald Tast

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....

กรุณาทดสอบคุณภาพด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ ความชอบรวม ของวุ้นที่เติมผงสีที่ผลิตจากมะเขือเทศแต่ละตัวอย่างโดยให้คะแนนความชอบและไม่ชอบดังต่อไปนี้

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

<u>คำชี้แจง</u>

1. ก่อนชิมวุ้นมะเขือเทศ การชิมควรชิมจากซ้ายไปขวา
2. เมื่อชิมตัวอย่างต่อไปควรดื่มน้ำก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างอาหาร	ระบุคะแนนแสดงความชอบ				
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
217					
271					
685					
254					
356					
257					
368					
812					
625					

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้