

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน

The Tomatos dust production of villager intellection



โดย
นายจตุรงค์ อินทร์น

รฟ.
จ 1387
2544

เลขหน้.....
เลขทะเบียน..... **47200**
วัน, เดือน, ปี... 2.4... ส.ย. 2546

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

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 ก.ย. 2546

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง	การผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน	
	The Tomatos dust production of villager intellection	
ชื่อ - สกุล	นายจตุรงค์ อินทรรัตน์	
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รดีกร ฉัตรทอง	

บทคัดย่อ

มะเขือเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย นิยมนำบริโภคในรูปของผลสด หรือใช้ปรุงอาหารในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ และเนื้อมะเขือเทศเข้มข้น นอกจากนี้ มีการนำมะเขือเทศสด มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวต่างๆ เช่น ข้าวเกรียบรสมะเขือเทศ ขนมอบกรอบรสมะเขือเทศ ซึ่งส่วนใหญ่มีการจำหน่ายภายในประเทศ

ปัจจุบันพบว่ามีการนำเอามะเขือเทศที่มีความบอบช้ำเสียหายได้ง่ายมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะเขือเทศในรูปแบบต่างๆจากเหตุผลดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตมะเขือเทศผงแบบภูมิปัญญาชาวบ้านโดยใช้น้ำและเยื่อมะเขือเทศ ในอัตราส่วน ดังนี้ คือ 500 : 500 500 : 400 500 : 300 และ 500 : 200 ตามลำดับ มาระเหยเอาน้ำออก แล้วเติมน้ำตาล เกลือ เพื่อเพิ่มรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์โดยลักษณะปรากฏของมะเขือเทศผงจะเป็นผงละเอียดสีแดงอ่อนๆซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่า เพิ่มรายได้ให้แก่ประชาชน รวมทั้งสามารถเก็บรักษามะเขือเทศเอาไว้รับประทานได้นานขึ้นด้วย ซึ่งจากการนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 20 คน พบว่า สูตร 500 : 500 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทางด้านกลิ่น สี รสชาติ มากที่สุด ที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 7.6 โดยผู้บริโภคมีความชอบทางด้านรสชาติของน้ำมะเขือเทศผงขงพร้อมดื่มมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษอาจารย์ รดีกร ฉัตรทอง ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้และขอบคุณ คุณธีระศักดิ์ แก้วพะวงค์ ที่ได้ให้ความอำนวยความสะดวก ในการใช้ห้องปฏิบัติการทดลอง นอกจากนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้านที่ทำให้การทดลองในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุน ในด้านทุนทรัพย์ และให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

จตุรงค์ อินทร์ตัน
มีนาคม 2545

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.....	3
2.1 มะเขือเทศ.....	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	3
2.1.2 ลักษณะของผลมะเขือเทศ.....	4
2.1.3 พันธุ์มะเขือเทศ.....	5
2.1.4 ผลผลิตพันธุ์จากมะเขือเทศ.....	8
2.1.5 กรรมวิธีการแปรรูปผลผลิตพันธุ์จากมะเขือเทศ.....	9
2.1.6 คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่อการแปรรูป.....	13
2.1.7 การปฏิบัติเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตพันธุ์มะเขือเทศเข้มข้น ระหว่างการแปรรูป.....	14
2.1.8 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศ.....	15
2.2 การทำแห้ง.....	19
2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง.....	19
2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.3 การป้องกันการเกิดสีน้ำตาล.....	21
2.2.4 ชนิดของเครื่องอบแห้ง.....	22
2.2.5 กรรมวิธีการผลิตอาหารแห้ง.....	23
2.2.6 อาหารผง.....	24
2.2.7 การเก็บอาหารแห้ง.....	24
2.2.8 การเสื่อมเสียของอาหารแห้ง.....	24
2.2.9 การอบแห้งอาหารในระบบอุตสาหกรรม.....	25
2.2.10 การส่งผ่านความร้อนและมวลในการอบแห้ง.....	27
3. อุปกรณ์และวิธีการ.....	29
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	29
3.2 วิธีการ.....	30
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	32
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	32
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	33
4.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค.....	34
4.1.1 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น.....	34
4.1.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี.....	34
4.1.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ.....	34
4.1.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม.....	35
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	36
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	36
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	37
บรรณานุกรม.....	38
ภาคผนวก ก.....	41
ภาคผนวก ข.....	42
ภาคผนวก ค.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	พันธุ์มะเขือเทศที่นำมาผลิตมะเขือเทศผง.....6
2	ตารางคุณค่าในส่วนที่กินได้ 100 กรัม.....7
3	คุณค่าทางโภชนาการในน้ำหนัก 100 กรัมของมะเขือเทศ.....16
4	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ที่มีต่อมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน.....33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างผลมะเขือเทศ.....	4
2	ขั้นตอนการทำมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....	9
3	ขั้นตอนการทำน้ำมะเขือเทศเข้มข้น.....	10
4	ขั้นตอนการทำมะเขือเทศเข้มข้น.....	11
5	ขั้นตอนการทำมะเขือเทศผง.....	12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมที่จะทำการเกษตร ทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรมากมาย ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศ ในรูปผักและผลไม้สด เช่น ผักกาด กวางตุ้ง คะน้า กะหล่ำปลี มะเขือเทศ มะละกอ มะม่วง เงาะ ส้ม ฯลฯ ทำให้เมื่อมีผักและผลไม้สดออกนอกฤดูกาลมากเกินไป เกิดความเสียหายเป็นจำนวนมากทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และในแง่ของวัตถุดิบ การที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีในปริมาณน้อย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเก็บรักษาผลผลิตเหล่านี้ไว้ หรือมีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต (บุหลัน พิทักษ์ผล และทัศนีย์ สรรสุชาติ, 2538 : 1-3)

มะเขือเทศ (tomato) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* ในตระกูล Solanaceae เป็นผักที่นิยมบริโภคในรูปของผลสด หรือใช้ปรุงอาหารในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ ซุปมะเขือเทศ และเนื้อมะเขือเทศเข้มข้น (เมืองทอง ทานทวี และสุรรัตน์ ปัญญาโตนะทวนทวี, 2532 : 356) นอกจากนั้น มีการนำมะเขือเทศมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีการจำหน่ายภายในประเทศ จากการศึกษา พบว่าตลาดส่งออกที่สำคัญของ มะเขือเทศสด คือ มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮองกง ญี่ปุ่น ส่วนผลิตภัณฑ์แปรรูป คือ ออสตรเลีย ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ คานาดา ซาอุดีอาระเบีย สาธารณรัฐเกาหลี ฯ (มณฑารพ จักกะพาก, 2543 :126 -127)

คนไทยรู้จักวิธีการถนอมผลผลิตทางการเกษตรมานานแล้วจุดประสงค์ของการถนอมอาหารคือ เพื่อการบริโภคภายในครอบครัวแต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปสำหรับการบริโภคภายในครอบครัว ก็จะนำออกมาจำหน่าย แต่ในปริมาณไม่มากนัก ต่อมาจึงมีการพัฒนากรรมวิธีการผลิตและการปลูกให้มีประสิทธิภาพ ให้สามารถผลิตได้ปริมาณมากและย่นระยะเวลาในการผลิตให้เร็วขึ้น ปัจจุบันพบว่ามีการนำเอามะเขือเทศซึ่งเป็นผักที่มีความบอบช้ำเสียหายได้ง่ายมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะเขือเทศในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความสนใจในการนำมะเขือเทศมาแปรรูปเป็นมะเขือเทศผง โดยมีจุดประสงค์ดังนี้ คือ

1. เพิ่มมูลค่าของมะเขือเทศให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชนและครอบครัว
3. สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น
4. เป็นการใช้วัตถุดิบให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตมะเขือเทศผง
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มะเขือเทศผงในด้านกลิ่น สี และรสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของปัญหา

เพื่อศึกษาถึงวิธีการและขั้นตอนในการผลิตมะเขือเทศผงเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้มะเขือเทศผงที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในด้านกลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวม
2. เป็นการพัฒนาวัตถุดิบมะเขือเทศที่มีอยู่มากให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงซึ่งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและเป็นที่รู้จักแก่คนทั่วไป

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเขือเทศ

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือเทศมีชื่อสามัญว่า tomato มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. อยู่ในตระกูลโซลานาซีอี (Solanaceae) พืชที่อยู่ในตระกูลนี้นอกจากมะเขือเทศแล้วยังมีพืชอีกหลายชนิดที่มนุษย์เรานำมาใช้ประโยชน์ เช่น มันฝรั่ง ยาสูบ พริก มะเขือ เป็นต้น มีถิ่นกำเนิดแถบเทือกเขาแอนดิส ทวีปอเมริกาใต้

เมล็ด มีลักษณะคล้ายรูปไข่ แบน เปลือกที่หุ้มเมล็ดมีขนละเอียดสั้นๆสีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนความยาวของเมล็ดมีตั้งแต่ 3- 5 มิลลิเมตร และในแต่ละผลนั้นจะมีจำนวนมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของผล

ราก เมล็ดที่เริ่มงอกจะปรากฏส่วนของราก เป็นเส้นเล็กๆ สีขาวโผล่ออกมาจากส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด หลังจากนั้นก็ยังลึกลงไปในดิน และขณะเดียวกันส่วนที่เป็นลำต้นใต้ใบเลี้ยงที่โค้งงอ จะดันขึ้นมาบนดินเป็นลำต้นต่อไป

รากของมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้ว ที่มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วและแข็งแรง ในบางกรณีหากรากแก้วถูกทำลายมะเขือเทศก็จะสร้างรากแขนงและรากอ่อนขึ้นทดแทนเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามระบบรากของมะเขือเทศจะเปลี่ยนแปลงได้ตามแบบวิธีการปลูก เช่น การปลูกโดยการย้ายกล้า รากแก้วจะถูกทำลายไป แต่หากปลูกโดยการหยอดเมล็ดในแปลงปลูกโดยตรง รากแก้วก็เจริญเติบโตได้ตามปกติ นอกจากนี้มะเขือเทศยังสามารถสร้างรากพิเศษบนลำต้นได้ไม่ว่ารากเดิมจะถูกทำลายด้วยสาเหตุใดๆก็ตามซึ่งผู้ปลูกสามารถทำให้ต้นมะเขือเทศสร้างรากใหม่ขึ้นได้ โดยการพูนดินบริเวณโคนต้น รากก็จะเกิดขึ้นและยังลึกลงไปในดินได้อีก

ลำต้นและกิ่งก้าน หลังจากทีลำต้นงอกโผล่พ้นดินแล้ว ในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโต ลำต้นจะกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้นก็จะแข็งแรงและเป็นเหลี่ยม ส่วนกิ่งก้านสาขา

จะมีการแตกออกจากลำต้นเรื่อยๆ และอาจมีขนาดเท่ากับลำต้นเดิมได้ถ้าหากปล่อยให้ตาข้างที่อยู่ต่ำกว่าช่อดอกแรกมีการเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าผู้ปลูกมะเขือเทศต้องการให้มะเขือเทศมีลำต้นเดียว ต้องเด็ดยอดของกิ่งข้างไว้ 2 ใบ เพื่อเป็นการป้องกันไม่แสงแดดส่องถูกผลโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากดอกจะเกิดตามข้อของลำต้น

ดอก มีขนาดเล็กสีเหลืองสดใส ประกอบด้วยกลีบดอกชั้นใน 5 กลีบ และกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ลักษณะการเกิดจะเกิดตามข้อของลำต้นเป็นช่อๆ โดยที่ช่อดอกหนึ่งๆ จะมีดอกประมาณ 4-5 ดอก แต่ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ผล รูปร่างขนาดและสีของผลไม่แน่นอน สุดแล้วแต่พันธุ์ รูปร่างของทรงผลมีตั้งแต่ผลกลมไปจนถึงผลรี สีของผลก็มีตั้งแต่เหลืองจนถึงเหลืองเข้ม ขนาดก็มีตั้งแต่เล็กไปจนถึงใหญ่

2.1.2 ลักษณะของผลมะเขือเทศ

ลักษณะของผลมะเขือเทศจำแนกออกเป็นแบบเบอร์รี่ (berry) หมายถึง ผลที่เป็นผลเดี่ยวมีเมล็ดอยู่ภายใน (fleshy mesocarp) เมล็ด ติดอยู่บนผนังของรังไข่ (Placenta) แบบ Axial ภายในช่องว่างของผล (Pocket หรือ locule)



ภาพที่ 1 โครงสร้างผลมะเขือเทศ

ที่มา : นิพนธ์ ไชยมงคล, 2530 : 72

ส่วนพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำจะมีช่องว่างภายในผลหลายช่อง และขนาดใหญ่รูปร่างไม่สม่ำเสมอ จำนวนช่องภายในผล นอกจากจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว สิ่งแวดล้อมก็มีส่วนทำให้จำนวนช่องว่างในผลเปลี่ยนแปลงไปด้วย ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลมะเขือเทศแตกต่างกันไป

ตามแต่ละสายพันธุ์ รูปร่างตั้งแต่แบนจนถึงกลม สีผลสุกตั้งแต่เหลืองจนถึงแดงเข้ม ขนาดตั้งแต่เล็กจนถึงใหญ่มากมะเขือเทศที่ดีมีผลโตมีช่องว่างภายในผลน้อย มีผนังหนาและเนื้อมาก มะเขือเทศส่งโรงงานจะมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบพุ่ม หรือ ดิเทอมิเนท ซึ่งเป็นอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสม่ำเสมอพร้อมๆกัน หรือใกล้เคียงกัน ประหยัดค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวหรือสามารถใช้งานในการเก็บเกี่ยวหรือสามารถใช้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวได้ มะเขือเทศที่ส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ผลสุกสีแดงจัด
- ผลแน่นเปลือกเหนียว ไม่แตกง่ายขณะขนส่ง
- ใ้กลางผลควรรู้้น เล็กและไม่แข็ง
- เนื้อมาก
- ขั้วผลที่ยึดติดผลสุกแยกหลุดออกจากผลได้ง่ายขณะเก็บเกี่ยว (juinless)
- ต้องมีปริมาณของ Total soluble solid ไม่ต่ำกว่า 4.5 บริกซ์ (Brix)

มะเขือเทศที่เป็นพกรับประทานสด ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด หรือ อินดิเทอมิเนท ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน มีผลสุกแก่ไม่พร้อมกัน จึงสามารถทยอยเก็บส่งตลาดสดได้ อย่างต่อเนื่อง

2.1.3 พันธุ์มะเขือเทศ

ในที่นี้จะกล่าวถึงพันธุ์ที่ไว้รับประทานสดที่สามารถนำมาใช้ที่สามารถนำมาใช้เป็นมะเขือเทศผงได้ พันธุ์มะเขือเทศในไทยและต่างประเทศที่น่าสนใจมีดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พันธุ์มะเขือเทศที่สามารถนำมาผลิตมะเขือเทศผงได้

ชื่อพันธุ์	ลักษณะประจำพันธุ์
1. แอล -22 (L - 22)	พันธุ์ผสมเปิด ทรงต้นเป็นพุ่ม ผลกลมสีแดง แสด ปนส้มต้านทานโรคเหี่ยวเฉา โรคทาง ใบได้ อย่างดี อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 พันธุ์มะเขือเทศที่สามารถนำมาผลิตมะเขือเทศผงได้ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะประจำพันธุ์
2. ทรอปีคบอย (Tropic boy)	พันธุ์ลูกผสม การเจริญเติบโตแบบทอดยอด เติบโตเร็ว แข็งแรงใบใหญ่ผลกลมออกแบนสีแดง น้ำหนัก 220 กรัม/ผลมี 5-6 ผล/ช่อเนื้อแน่น เปลือกเหนียว เก็บรักษาได้นาน และทนร้อนได้ดี
3. ไดนาโม บีเอฟเอ็นทีอาร์ (Dynamo BFNT-R)	พันธุ์ลูกผสมแบบทอดยอด ผลสีแดงกลมสม่ำเสมอ น้ำหนัก 80-100 กรัมและทนสภาพน้ำแข็งได้ดี
4. คาลิปโซ (Calypso)	พันธุ์ผสมเปิดแบบพุ่มผลสีแดงกลมขนาดใหญ่
5. เยตส์ไอแลนด์ (Yetes Island Red)	พันธุ์ผสมเปิดแบบพุ่ม ต้นใหญ่มีใบหนา ปกคลุมลำ ต้นดี ผลกลมหนัก 100 กรัม

ที่มา : เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2522 : 63 น.

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของมะเขือเทศ

ตารางแสดงคุณค่าในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

พลังงาน	22	กิโลแคลอรี
โปรตีน	1.1	กรัม
ไขมัน	31	ม.ก
คาร์โบไฮเดรต	0.3	กรัม
แคลเซียม	3.6	ม.ก
ฟอสฟอรัส	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	0.90	ม.ก
β - แคโรทีน	65.30	ม.ก
เส้นใย	0	กรัม

ที่มา : คณะทำงานโครงการอนุรักษ์ผักสีเขียว สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิ
โตโยต้าแห่งประเทศไทย, 2541 : 206

ในมะเขือเทศมีปริมาณของไขมันต่ำ แต่มีปริมาณของเส้นใยค่อนข้างสูง จึงช่วยเพิ่มในเรื่องของ
กากอาหารทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีขึ้น และเหมาะจะเป็นอาหารที่ใช้สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุม
น้ำหนักเนื่องจากให้พลังงานน้อย วิตามินและเกลือแร่มีในปริมาณที่สูงโดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีน
ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตวิตามินเอของร่างกาย จึงให้วิตามินเอในปริมาณที่สูง อีกทั้งยังมี
สารชนิดหนึ่งคือ สารไลโคปีน (Lycopene) จากการศึกษาของ Harvard School of Public Health
พบว่า การกินมะเขือเทศ 10 ครั้งต่อสัปดาห์ จะช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งที่ต่อมลูกหมากพบในเพศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชายได้มากกว่าร้อยละ 45 และ มีกรดกลูตามิก (glutamic) ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติอาหารทำให้ อาหารอร่อยขึ้น (สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย, 2541 : 205 – 206)

2.1.4 ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ

การนำมะเขือเทศมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่าง ๆ สามารถกระทำได้เป็นสอง ลักษณะใหญ่ ๆ คือ(กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530 : 40)

1. การใช้ประโยชน์จากมะเขือเทศทั้งผล ได้แก่
 - 1.1 มะเขือเทศบรรจุกระป๋อง
 - 1.2 มะเขือเทศแช่แข็งแห้ง
 - 1.3 มะเขือเทศดองปรุงรส
 2. การแยกเฉพาะเนื้อและน้ำมะเขือเทศ
 - 2.1 น้ำมะเขือเทศ
 - 2.2 น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ได้แก่
 - ก. มะเขือเทศชั้น (Puree) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศ (natural tomato soluble solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 แต่ไม่ถึงร้อยละ 24
 - ข. มะเขือเทศชั้นมาก (paste) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศ ตั้งแต่ ร้อยละ 24 ขึ้นไป (ไม่รวมถึงการทำให้แห้งเป็นผงหรือแผ่น)
- 1.1 ซอสมะเขือเทศ
 - 1.2 ซอสมะเขือเทศผสมพริก
 - 1.3 แสมเบอร์เกอร์ซอส
 - 1.4 บาร์บีคิวซอส
 - 1.5 ซุปมะเขือเทศ
 - 1.6 มะเขือเทศผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 กรรมวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ

1. มะเขือเทศทั้งผลบรรจุกระป๋อง

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. ผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศ

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมะเขือเทศสุก ผ่านตะแกรงกรอง มีส่วนของเนื้อมะเขือเทศโดยไม่ผ่านการเคี้ยวให้ขาด อาจเติมเกลือหรือไม่เติมและอาจผ่านการให้ความร้อนหรือไม่ให้ความร้อน

น้ำมะเขือเทศ

↓

ปรับปรุงและกลั่น
(เปรอร์เซ็นต์กรด 0.45 %)

บรรจุกระป๋อง

น้ำมะเขือเทศ

เติมเกลือ (0.1 -0.3%)

หรือเติมน้ำตาล (0.5 – 1.0%)

หรือไม่เติมก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

↓
 ไล่อากาศ
 ↓
 ฆ่าเชื้อในน้ำเดือด
 ↓
 แช่น้ำเย็น

↓
 น้ำมะเขือเทศ

↓
 บรรจุกระป๋อง

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำน้ำมะเขือเทศ

3. น้ำมะเขือเทศเข้มข้น

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำและเยื่อมะเขือเทศไปผ่านการเคี่ยวให้ข้น อาจเติมเกลือหรือไม่เติมก็ได้

↓
 น้ำและเยื่อมะเขือเทศ

↓
 เคี่ยวที่อุณหภูมิ 60 - 100 ° ซ

ระเหยน้ำภายใต้สูญญากาศ

อุณหภูมิไม่เกิน 70° ซ

↓
 ความเข้มข้นของเนื้อมะเขือเทศ

มากกว่า 24%ขึ้นไปเรียกว่า

มะเขือเทศเข้มข้นมาก

↓
 ความเข้มข้นของเนื้อมะเขือเทศ

8.37 - 24% เรียกว่ามะเขือเทศชั้น

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำน้ำมะเขือเทศเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มะเขือเทศผง

เป็นผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ สุก สด และมีสีแดงผ่านการยี้ กรอง เพื่อแยกเยื่อและเมล็ดออกจาก บำบัดให้น้ำมะเขือเทศเหลือ เคี้ยวให้มีเนื้อมะเขือเทศมากกว่า 20% แล้วผ่านเครื่องเป่าแห้งควบคุม ความชื้นไม่เกิน 5%



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทำมะเขือเทศผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขอสมะเขือเทศ

เป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำและเยื่อมะเขือเทศ โดยการเติมเครื่องเทศ หอมหัวใหญ่ ขอสถั้วเหลือง น้ำตาล เกลือ และน้ำสมสายชู อาจเติมหอมและกระเทียมและต้องมีเยื่อมะเขือเทศ เยื่อมะเขือเทศ ไม่ต่ำกว่า 12.0% ได้แก่ขอสมะเขือเทศ (ไม่ผสมขอสถั้วเหลืองและเหล้า) ขอสมะเขือเทศผสมพริก แยมเบอร์เกอร์ซอส บาร์บีคิวซอส ซอสสองชนิดหลังมีการเติมขอสถั้วเหลือง เหล้า และน้ำมันหอย (วิชาฯ หลักสูตรนาสันต์, 2527 : 168)

2.1.6 คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่อการแปรรูป

มะเขือเทศที่นำมาแปรรูป ต้องมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากมะเขือเทศที่ใช้บริโภคสด สามารถให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณลักษณะพิเศษดังต่อไปนี้

1. ลักษณะการเจริญเติบโตโดยลำต้น

- ลำต้นไม่ทอดยอหด สมบูรณ์แข็งแรงและเจริญเติบโต ติดผลได้ดีในช่วงอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศที่กว้าง
- จำนวนต้นรอดตายสูงจนถึงอายุเก็บเกี่ยว
- อายุการออกดอกและเก็บเกี่ยวผลเร็ว
- ผลสุกแก่พร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียวหรือน้อยครั้ง
- ขั้วและกลีบรองควรจะแยกออกจากผลในขณะที่เก็บเกี่ยวได้ง่าย
- ให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูมะเขือเทศ

2. ลักษณะภายนอกของผล

- ขนาดผลโตและรูปร่างเหมาะสม เช่น กลมหรือค่อนข้างกลม
- ไม่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยแตกและก้นจุดของผลแก่
- สีของผลแก่แดงจัด โดยเฉพาะที่นำมาทำซอส น้ำมะเขือเทศเข้มข้นและบรรจุกระป๋อง ทั้งผลยกเว้นมะเขือเทศดองปรุงรส
- ผลแข็งแรงและผิวผลหนาเหนียว ทำให้เก็บไว้ได้นานขนส่งได้ไกลโดยไม่ขี้ง่าย สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะภายในของผล

- เป็นมะเขือเทศพันธุ์เนื้อ โดยเนื้อไม่รวมเมล็ดแกนและเยื่อหุ้มผล ไม่ต่ำกว่า 5.5 %
- จำนวนช่องภายในผล (locules) ต้องมีน้อย
- ใจกลางของผล (core) เล็กหรือรอยขั้วผลสั้น เล็ก และไม่แข็งถ้าโตล็กมักมีสีขาว ทำให้สีแดงของมะเขือเทศจางลง คุณภาพต่ำ
- เส้นใยมีน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเขือเทศบรรจุกระป๋องทั้งหมด

4. ลักษณะทางเคมีของผล

- ความเป็นกรดต่างหรือค่า pH ต่ำกว่า 4.4 และวัดค่าปริมาณกรดทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 0.35 เปอร์เซ็นต์ ในรูปกรด ซิตริก
- มีวิตามินซีวัดได้ไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม มะเขือเทศ
- มีปริมาณรงควัตถุไลโคพีนมากกว่า 85% มีแคโรทีนน้อยกว่า 75% และแซลโรฟิลน้อยกว่า 6% คาโรทีนอยด์ โดยเฉพาะไลโคพีน ไม่ต่ำกว่า 7 มิลลิกรัมต่อมะเขือเทศ 100 กรัม
- อัตราส่วน soluble solid ต่อ total acidity หรือ Sugar content ต่อ total acidity สูงทำให้รสชาติดี
- การตรวจสอบทางจุลินทรีย์โดยวิธี Homard Mold Count ต้องไม่เกิน 50% field

2.1.7 การปฏิบัติเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเข้มข้นระหว่างการแปรรูป
วิธีปฏิบัติบางประการเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการแปรรูป มีลำดับขั้นตอน
ดังต่อไปนี้

1. การทำความสะอาด โดยแช่มะเขือเทศในอ่างน้ำที่ผสมคลอรีน 30 ppm แล้วผ่าน
น้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง
2. การคัดเลือกคุณภาพ มะเขือเทศมีเปลือกบางจึงบอบช้ำ ถลอกและเน่าเสียหายได้
ง่ายในระหว่างการขนส่ง จึงจำเป็นต้องคัดมะเขือเทศที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศ โดยการผ่านเครื่องยี่เนื้อและแยกเมล็ดออก

(Palper and fimisher) สามารถปฏิบัติได้ 3 วิธีคือ

3.1 cold break process มะเขือเทศที่ผ่านการทำความสะอาดและคัดเลือกภาพแล้วจะป้อนเข้าเครื่องยี่เนื้อและแยกเมล็ดออก วิธีนี้จะสูญเสีย น้ำสูงและเนื้อมะเขือเทศติดไปกับเยื่อและเมล็ดเป็นจำนวนมาก เพราะเนื้อมะเขือเทศยังกรอบและแข็ง น้ำและเยื่อมะเขือเทศจะมีสีแดงซีดเหมาะสำหรับทำน้ำมะเขือเทศเพราะมีกลิ่นรสชาติแต่เนื้อน้อยจึงไม่เหมาะนำมาทำน้ำมะเขือเทศเข้มข้น

3.2 hot break process มะเขือเทศที่ผ่านการทำความสะอาดและคัดเลือกคุณภาพแล้ว นำไปทำให้เปลือกและเนื้ออ่อนนุ่มแล้วจึงป้อนเข้าเครื่องยี่เนื้อและแยกเมล็ดออก ความร้อนจะช่วยสกัดเพคตินและทำลายเอนไซม์ ในเนื้อเยื่อ จึงแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศได้ปริมาณมากและสีแดงจัด การเก็บรักษาระหว่างการแปรรูปจะคงสภาพได้นานกว่าวิธี cold break process

3.3 acidified hot break process เป็นการปรับปรุงวิธีการต้มมะเขือเทศโดยการปรับค่า pH ให้อยู่ประมาณ 2.75 ก่อนนำเข้าเครื่องยี่เนื้อและแยกเมล็ดออก หลังจากนั้นถึงปรับค่า pH ให้เท่าเดิม วิธีนี้จะช่วยแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศได้มากที่สุด

นำน้ำและเนื้อมะเขือเทศไปผ่านรูตะแกรงหยาบขนาดศูนย์กลางไม่เกิน 0.05 นิ้ว และรูตะแกรงละเอียดขนาดศูนย์กลางไม่เกิน 0.02 นิ้ว เพื่อขนาดของเนื้อมะเขือเทศจะช่วยกรองเมล็ดลีบ

3.4 การเคี้ยวน้ำและเนื้อมะเขือเทศ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 60 - 100 องศาเซลเซียส หรือภายใต้สุญญากาศอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะส่งเสริมให้เม็ดสีไลโคพิน เปลี่ยนเป็นสีแดงสดเป็นสีแดงคล้ำหรือน้ำตาลแดง

3.5 การไล่อากาศ อากาศเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเปลี่ยนสีเนื่องจากก๊าซออกซิเจนรวมตัวกันกับสารแคโรทีนอยด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ การไล่อากาศระหว่างการแปรรูปและภาชนะบรรจุ จะทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้นานและเกิดสีแดงคล้ำช้าลง

2.1.8 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศ

สำหรับมนุษย์ นอกจากนี้ยังให้ผลตลอดปีและมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์มากคุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (ดูจากตารางที่ 1)

อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของของเบตาแคโรทีน (Beta Carotene) ที่ใช้สร้างวิตามินเอในมะเขือเทศสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้ไม่น้อยกว่าสิบเท่าโดยอาศัยการผสมพันธุ์ แต่ข้อเสียของมะเขือเทศที่มีสารเบตาแคโรทีนมากเกินไปก็คือ สีของผลมะเขือเทศมีสีแดงอมส้ม ซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างประเทศไม่ต้องการ นอกจากนี้ ปริมาณวิตามินซีในผลมะเขือเทศสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้ไม่น้อย 5 เท่า แต่ถ้าผลมีปริมาณวิตามินซีสูงจะทำให้ผลผลิตต่ำ ผลมีขนาดเล็ก และรูปร่างของผลไม่สวย ดังนั้น นักผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืชควรพิจารณาในการสร้างพันธุ์มะเขือเทศเขตร้อน ให้มีวิตามินเอและซีในผลเพิ่มมากขึ้นโดยยังคงผลผลิตสูงและคุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาดด้วย

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการในน้ำหนัก 100 กรัมของมะเขือเทศ

ธาตุอาหาร	ดิน	บรรจุกระป๋อง	ซอส	น้ำมะเขือเทศ
ความชื้น(ร้อยละ)	94.0	94.0	96.0	94.0
พลังงาน(แคลอรี)	19.0	21.0	106.0	19.0
โปรตีน(กรัม)	0.7	0.8	1.8	0.8
ไขมัน (กรัม)	น้อยกว่า	น้อยกว่า	0.4	น้อยกว่า
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	50.1	18.0
เหล็ก(มิลลิกรัม)	0.4	0.5	0.8	0.9
โพแทสเซียม(มิลลิกรัม)	222.0	0.5	363.0	227.0
วิตามินเอ(ไอ.ยู)	882.0	900.0	1339.0	798.0
ไทอามีน(มิลลิกรัม)	0.05	0.05	0.09	0.05
ไรโบฟลาวิน(มิลลิกรัม)	0.04	0.03	0.07	0.03
ไนอาซีน(มิลลิกรัม)	0.7	0.7	1.8	0.8
กรดแอสคอร์บิก	21.0	17.0	15.0	16.0

ที่มา : เกียรติเกษตร กาญจนพิเศษ, 2541 : 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คาโรทีนอยด์

คาโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบลิปิดชนิดหนึ่งเรียกว่า เทอร์พีน(Terpene) หรืออนุพันธ์ของ เทอร์พีน (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอบาส, 2536 : 119) แต่ในกรณีที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ จะเรียกว่า เทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) (พรรณ รัตนาคินทร์, 2538 : 222) คาโรทีนอยด์ เป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydro carbon) มีคาร์บอน 14 อะตอม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2541 : 90) ถูกสร้างขึ้นจากการรวมตัวกันของหน่วยไอโซพรีน (isoprene unit) หลายหน่วย (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอบาส, 2536 : 119) ในระหว่างศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์เริ่มให้ความสนใจคาโรทีนอยด์มากขึ้น จึงเริ่มมีผู้สนใจศึกษาคาโรทีนอยด์มากขึ้นเรื่อยๆ ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา ในปี 1831 เบอร์เซลเลียส รายงานว่าเม็ดสีเหลืองในใบไม้ที่ร่วงหล่นในฤดูใบไม้ร่วง คือ คาโรทีน ชนิดลูเทออิน ในระหว่างปี 1900 และในปี 1927 นักวิจัยนำโดยสะเวตและวิลสแตตเตอร์ ค้นพบวิธีแยก คาโรทีน โลโคพีน ลูเทออิน ฟุโคแซนธินและไบซีน (อรชุน เลี้ยววัฒนนะผล, 2539 : 14) และ ในปี 1930 นักวิทยาศาสตร์รู้จักเม็ดสีกลุ่มนี้เพียง 15 ชนิด และจากการที่มีเทคนิคสมัยใหม่ คือ โครมาโตกราฟฟีเหลวกำลังสูง (เอชพีแอลซี) ทำให้สามารถแยกเม็ดสีกลุ่มนี้ออกมาได้ถึง 600 ชนิด

2. หน้าที่ของคาโรทีนอยด์

คาโรทีนอยด์ มีหน้าที่สำคัญคือ ปกป้องพืช โดยเบต้า-คาโรทีนที่มีอยู่ในคาโรทีนอยด์จะช่วยป้องกันไม่ให้พืชถูกแดดเผาไหม้จนแห้งตาย เหมือนกับที่มนุษย์เมื่อถูกแสงแดดเม็ดสีเมลานินที่อยู่ชั้นใต้ผิวหนังจะปกป้องผิวหนังทำให้เกิดผิวคล้ำ หน้าที่ของเบต้า-คาโรทีนในเม็ดพืชก็เหมือนเม็ดสีเมลานินในผิวมนุษย์คือ จัดการเก็บกวาดพลังงานที่คลอโรฟิลล์เอาไปใช้ไม่หมด ไม่เช่นนั้นพลังงานส่วนเกินดังกล่าว จะทำให้เกิดโมเลกุลที่ว่องไว เรียกว่า อนุมูลออกซิเจนอิสระซึ่งจะทำลายเซลล์ของพืช (อรชุน เลี้ยววัฒนนะผล, 2539 : 14)

ในคาโรทีนอยด์ 600 ชนิด ยังสามารถแยกเป็นกลุ่มย่อยๆสำคัญได้ 5 กลุ่ม คือฟุโคแซนธิน ลูเทออิน คาโรทีน ไวโอแซนธิน ฟุโคแซนธิน เป็นเม็ดสีในสาหร่ายน้ำเค็มและสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล และสารกลุ่มคาโรทีนอยด์ที่มีในพืชเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ คาโรทีน ทั้ง 3 รูป คือและ โลโคพีน (lycopene) แซนโทฟิลล์ (xanthophyll)

คาโรทีนอยด์เป็นสารที่ให้สีเหลืองส้มและสีแดงเนื่องจากช่วงดูดแสงสูงสุดมี 3 จุดซึ่งเป็นช่วงแสงสีน้ำเงินเขียว ดังนั้นจึงเห็นกลุ่มพวกคาโรทีนอยด์เป็นเหลือง-ส้ม สารให้สีพวกคาโรทีนอยด์นี้

จัดเป็นสารช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยทำหน้าที่ช่วยดูดกลืนพลังงานจากแสงแล้วส่งต่อไปยังคลอโรฟิลล์ (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอกาส, 2536 :119) คาโรทีนอยด์บางชนิด เช่น ฟัยโตฟลูอิน และนิวโรสปอริน เกิดขึ้นมาที่จะเปลี่ยนไปเป็นคาโรทีนอยด์ที่สำคัญตัวอื่น

คาโรทีนอยด์ชนิดต่างๆพบอยู่เป็นจำนวนมากในอาหารแต่บางชนิดจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นโดยเฉลี่ยแล้วจะพบอยู่ประมาณ 20-40 ชนิด แต่มีอยู่ 5 ชนิด ที่พบอยู่เป็นประจำ คือเบต้า-คาโรทีน (พบในผักผลไม้ที่มีสีเหลือง ส้ม หรือพีชใบสีเขียว) ลูทีนิน (พบในผักผลไม้เช่นเดียวกับเบต้า-คาโรทีน แต่จะไม่พบในแครอทหรือน้ำมันปาล์มแดง) ไลโคทีน (พบส่วนใหญ่ในมะเขือเทศ กับผลไม้หลายชนิดเมื่อผลไม้สุก เช่น พริกชี้หนู แดงโม) และแอลฟา-คาโรทีน(จะพบในผักใบเขียวและจำนวนเล็กน้อยในแครอท) คาโรทีนอยด์ที่ไม่พบได้แก่ ซีแซนธิน(พบในข้าวโพดหวานและผลไม้)และแคปแซนธิน(เม็ดสีที่ให้กับพริกหยวกและพริกต่างๆและพบในกลุ่มผลไม้สีส้ม เช่น ลูกพลับ มะละกอ)

เมื่อร่างกายได้รับคาโรทีนอยด์เข้าไปจะถูกเก็บไว้หลายแห่ง แต่ส่วนที่สำคัญที่ไขเก็บก็คือเนื้อเยื่อไขมันซึ่งจะเก็บไว้ประมาณ 80-85% และที่ตับจะเก็บไว้ 8-12% ส่วนกล้ามเนื้อเก็บไว้เพียง 2-3% ปริมาณคาโรทีนอยด์จะมากที่สุดที่คอรัปัสตูลูเทียม(เป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งของรังไข่ที่ปล่อยฮอร์โมนออกมาเมื่อไขถูกผสม) แม้ว่าร่างกายจะเก็บคาโรทีนอยด์ ไว้เพียง 1% เท่านั้นที่หมุนเวียนไปตามกระแสเลือด (อรชุน เดียววัฒน์ผล,2539:18) ระดับคาโรทีนอยด์ในกระแสเลือดจะขึ้นอยู่กับปริมาณเม็ดสีในอาหาร หรืออาหารเสริมที่กินเข้าไปทุกๆวันคาโรทีนอยด์จะดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือดผ่านผนังลำไส้เล็กและใช้ไลโปโปรตีนซึ่งเป็นตัวลำเลียงโมเลกุลไขมันขนส่งไปทั่วร่างกายส่งไปตับและส่งไปเก็บที่เนื้อเยื่อไขมัน

สารสกัดธรรมชาติที่ได้จากการสกัด(extract)คาโรทีนอยด์ในพืช จะใช้ในการเติมใส่อาหาร เช่น แอนเนตโต (สีเหลือง) แซฟฟรอน (สีเหลือง) ปาปริกา (สีแดง) แซนโทฟิลล์ (สีเหลือง) แครอทและน้ำมันปาล์มแดง ในปี 1954 ได้มีนักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์คาโรทีนอยด์ชนิดแรกออกวางจำหน่ายในรูปของสีผสมอาหารโดยเฉพาะเม็ดสีเบต้า-คาโรทีนผู้ผลิตเบต้า-คาโรทีนสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังผลิตสารที่เพิ่มคุณค่าทางอาหารที่ได้มาตรฐานทางเภสัชวิทยา สำหรับใช้เป็นอาหารเสริมหรือเป็นยาอีกด้วย(เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ, 2522 : 63 น.)

2.2 การทำแห้ง (Drying)

การทำแห้ง คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ คือ มีค่า วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity, A_w) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้น ในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่ม เก็บได้ที่ความชื้น 15-20 % แต่ถ้าเป็นเมล็ดธัญพืชเก็บที่ความชื้นนี้จะเกิดราได้

การทำแห้งเป็นการถนอมอาหารที่มนุษย์ค้นเคยมานแต่โบราณ เช่น ตากหญ้า ฟางข้าว เป็นอาหารสำหรับวัว ควาย ตากเมล็ดพืชพันธุ์สำหรับฤดูกาลหน้า ตากเนื้อสัตว์ ผักผลไม้ ธัญชาติที่เหลือกินไว้เป็นอาหาร เช่น เนื้อเค็ม ปลาเค็ม กุ้งตาก ข้าวเปลือก เป็นต้น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เรียกว่า การตากแห้ง การใช้พลังงานความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า ก๊าซ หรือ ไอน้ำ ในเครื่องอบแห้งเรียกว่า การอบแห้ง จึงรวมเรียกทั้งสองอย่างว่า การทำแห้ง

ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ปฏิกิริยาเคมี และเอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูกาล หรือในแหล่งที่ห่างไกล
3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นทำให้ไม่เปลืองค่าใช้จ่าย
4. ลดน้ำหนักอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษาและขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกด จากการทำแห้งองุ่น
6. ให้ความสะดวกในการใช้ เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยใด ๆ ที่มีผลต่อการทำแห้งนี้ จึงมีผลต่ออัตราเร็วการทำแห้ง ได้แก่

1. ธรรมชาติของอาหาร

อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า แต่ในมะเขือเทศจะมีน้ำตาลเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเวลาอบทำให้แห้งเร็ว และ อาหารที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจะแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง

ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักเช่น รูปร่างเหมือนกัน ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ ถ้าเป็นชิ้นเล็กมากทับลมกันการระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดการระเหยได้ช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อน้ำหนักมาก

3. ตำแหน่งของอาหารในเตา

น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่าหรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณอาหารต่อถาด

ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไปอาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อนหรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถกระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้ จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน

อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มาก จะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย จึงมีผลในช่วงอัตราการทำให้แห้งคงที่

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน

ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการทำให้แห้งในช่วงอัตราการทำให้แห้งคงที่และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้นจึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราทำให้แห้งลดลงด้วย

7. ความเร็วของลมร้อน

ลมร้อนทำหน้าที่เคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา อากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

การอบแห้งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากขึ้นหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง ดังนี้คือ

1. การหดตัว

การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำหนักรวมมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งแบบช้า ๆ

2. การเปลี่ยนสี

อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดสีน้ำตาลอุณหภูมิและเวลาที่อาหารมีความชื้น 10 - 20% มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูง ในช่วงความชื้นนี้

3. การเกิดเปลือกแข็ง

เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นเปลือกหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนมาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาลโปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิววนอก สามารถหลีกเลี่ยงโดยการไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวของอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

4. การเสียความสามารถในการคืนสภาพ

อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพ แต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ สตาร์ชและโปรตีนเสียความสามารถในการดูดน้ำอาหารที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง ก็จะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำให้ลายผนังเซลล์หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ชและโปรตีน

5. การเสียคุณค่าสารอาหารและสารระเหย

เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซี และแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไรโบฟลาวินจากแสง โทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลากการทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

2.2.3 การป้องกันการเกิดสีน้ำตาล

การเกิดสีน้ำตาลของอาหารแห้งเกิดได้จากเอนไซม์และจากปฏิกิริยาเคมีซึ่งสามารถป้องกันได้ด้วยการลวกทำลายเอนไซม์โดยใช้เวลาและอุณหภูมิที่เพียงพอในการทำลาย

เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (Peroxides) หรือ แคทาเลส (catalase) ซึ่งทดสอบโดยการใส่สารละลาย guaiacol และไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) ตามลำดับ และอีกวิธีหนึ่งป้องกันได้โดยใช้สารประกอบซัลเฟอร์ สารประกอบซัลเฟอร์ช่วยป้องกันการเปลี่ยนสีของอาหาร โดยทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอนิล (carbonyl group) ของโปรตีน โปรตีนจึงไม่สามารถรวมตัวกับน้ำตาลเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นสีน้ำตาล นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นสารฟอกสีอีกด้วย สารประกอบซัลเฟอร์อาจได้จากการเผากำมะถันแต่จะควบคุมปริมาณยาก จึงนิยมใช้เป็นสารละลายโซเดียมหรือโปรแตสเซียมซัลไฟด์หรือเมตาไบซัลไฟด์ ปริมาณการใช้ 200 ppm ก็เพียงพอในการป้องกันการเปลี่ยนสีระหว่างการทำแห้ง ซึ่งจะมีการสูญเสียระหว่างการทำแห้งและการประกอบอาหารจนเหลือประมาณ 50 -100 ppm เมื่อบริโภค การใช้ปริมาณมากเกินไปจะทำให้สีซีดและมีกลิ่น ซัลเฟอร์ ซัลไฟด์ของสารประกอบซัลเฟอร์คือทำลายวิตามินบีและทำให้เกิดอาการแพ้ในบางคน

2.2.4 ชนิดของเครื่องอบแห้ง (Dryer)

เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะการใช้ความร้อน

1. Adiabatic Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่สัมผัสกับ อาหารโดยอาหารจะอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วย ได้แก่ tray dryer , cabinet dryer , tunnel dryer , kiln dryer , spary dryer , folw current dryer , และ air – lift dryer เป็นต้น

2. Solid Surface Transfer Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้อาหารสัมผัสแผ่นโลหะร้อน ระเหยน้ำกระจายออกไปที่บรรยากาศตามธรรมชาติหรือใช้ลมหมุนเวียน หรือใช้ระบบสูญญากาศ ได้แก่ drum dryer , vacuum shelf dryer , continuous vacuum dryer เป็นต้น

การเลือกใช้เครื่องอบแห้ง ขึ้นกับลักษณะของอาหารเช่น ผักผลไม้เป็นชิ้นขนาดใหญ่ ใช้เครื่องอบแห้งแบบ tray หรือ cabinet เป็นเตาอบแห้งที่เป็นถาดวางตะแกรงอาหารแล้วใช้กระแสลมพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของเตา ถ้ามีปริมาณอาหารมาก อาจใช้เป็นระบบต่อเนื่องด้วยเครื่องอบแห้งแบบ tunnel dryer หรือbelt dryer ลักษณะเป็นตู้ยาวเป็นรถล้อเลื่อนหรือสายพานพาอาหารเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งตามความ

ยาวของตู้ ปรับความเร็วของการเคลื่อนที่ให้อาหารที่ออกจากเตาอุณหภูมิในห้องไม่สูงนัก เหมาะกับผลิตภัณฑ์เกษตรที่ต้องการลดความชื้นอย่างช้า ๆ เช่น มะพร้าว ข้าวโพด เตอบแห้งแบบ spray dryer ให้อาหารที่เป็นของเหลวมีความเข้มข้นสูง มีเนื้อละเอียด เครื่องประกอบด้วยหัวฉีดอาหารให้เป็นละอองสัมผัสกับลมร้อนจนแห้งเป็นผง เช่น นมผง กาแฟผง ส่วนเตอบแบบ flow current dryer และ air-lift dryer เป็นเตาที่ใช้ลมเป่าขึ้นอาหารให้ลอยตัวทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว ขึ้นอาหารจึงต้องมีน้ำหนักเบาและมีขนาดสม่ำเสมอและมีข้อดีที่ขึ้นอาหารจะไม่เกาะติดกันด้วย

เตอบแบบ drum dryer เป็นเตอบที่ประกอบด้วยลูกกลิ้งหนึ่งหรือสองลูกให้ความร้อนจากด้านใน มีระบบทำให้อาหารเคลือบผิวลูกกลิ้ง เมื่อลูกกลิ้งหมุนเคลื่อนไปครบรอบอาหารจะแห้งพอดี แล้วถูกชูดอกด้วยใบมีด อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นที่แตกละเอียดได้ง่าย อาหารที่เหมาะสมกับเตอบแบบนี้ ต้องเป็นของเหลวข้นพอที่จะเคลือบติดผิวลูกกลิ้งได้ ได้แก่ อาหารเด็กอ่อน ชุปสำเร็จรูป เป็นต้น เตอบแบบ vacuum shelf dryer เป็นตู้ปิดสนิท ขึ้นวางอาหารเป็นแผ่นให้ความร้อน มีระบบสุญญากาศดูดอากาศออกจากตู้ เมื่อใช้ระบบนี้ทำให้ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งต่ำลงได้ เตอบแบบ continuous vacuum dryer เป็นตู้ปิดสนิท ภายในมีสายพานหมุนพาอาหารเคลื่อนที่ไป อาหารที่แห้งแล้วจะถูกปล่อยออกจากเครื่องอบแห้งผ่านระบบกันอากาศ (air lock)

2.2.5 กรรมวิธีการผลิตอาหารแห้ง

อาหารผักและผลไม้มีการเตรียมเหมือนการบรรจุกระป๋องคือ การปอกเปลือก ตัดเป็นขนาดตามความนิยมหรือความสะดวกในการใช้ ผักสีเขียวนิยมแช่สารละลายคาร์บอนेटเพื่อรักษาสีเขียว ผักและผลไม้ที่ดำงายเนื่องจากเอนไซม์ นิยมแช่สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1 % หรือกรดซิตริก 0.5 % หรือโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.1% ระหว่างรอการแปรรูป ผักประเภทแบ่งนิยมลวกทำลายเอนไซม์ที่ทำให้อาหารมีสีคล้ำ แต่ผักที่ให้กลิ่น เช่น มะกรูด กระเพรา ไม่นิยมลวกเพราะกลิ่นรสเสียไปมาก ถ้ามีการลวกต้องมีการทำให้เย็นหลังการลวก มิฉะนั้นอาหารจะเละ หรือเสียรสชาติ ในการอบแห้งผัก ใช้อุณหภูมิในช่วงแรก 88-90 องศาเซลเซียส แล้วลดเหลือ 60 องศาเซลเซียสถ้าไม่ใช้สารประกอบซัลเฟอร์ หรือลดเหลือ 71-74 องศาเซลเซียส ถ้าใช้สารประกอบซัลเฟอร์ ส่วนผลไม้ไม่นิยมใช้อุณหภูมิต่ำเพราะมีน้ำตาล ใช้

อุณหภูมิ 60-63 องศาเซลเซียส ความชื้นสุดท้ายของผักประมาณ 4% และผลไม้ประมาณ 10-20 %

2.2.6 อาหารผง

อาหารผงแบบง่ายที่สุดทำโดยการทำแห้งอาหารที่เป็นชิ้นก่อนแล้วบดละเอียดเช่น ฟริกป็น แป้งผลไม้เช่น แป้งกล้วย แต่อาหารผงทั่วไปมักจะทำจากอาหารเหลวที่มีความเข้มข้นสูงเช่น นมผง ทำจากนมสดนำมาให้ความร้อนทำลายเอนไซม์ลิปสป้องกันการเหม็นหืนในภายหลัง แล้วระเหยน้ำให้เข้มข้นไม่เกิน 40 % แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) หรือ เครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นเป็นผง (spray dryer)

2.2.7 การเก็บอาหารแห้ง

อาหารแห้งที่เก็บมีค่าแอกติวิตีต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ทั้งนี้จะต้องรักษา วอเตอร์แอกติวิตีไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บ อย่างไรก็ตามยังมีการเสื่อมเสียอื่นๆอีกทำให้ต้องเก็บอาหารแห้งที่มีค่าแอกติวิตีต่ำกว่านี้มาก และหลีกเลี่ยงสภาวะที่ส่งเสริมการเสื่อมเสียของอาหารแห้ง

2.2.8 การเสื่อมเสียของอาหารแห้งเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

1. การออกซิไดส์เอง (Autooxidation) เนื่องจากอากาศ มักเกิดกับไขมันทำให้เหม็นหืน เกิดกับ วิตามินเอ ซี ทำให้เสื่อมคุณค่าทางอาหาร เกิดคอโรฟิลล์ แคนโทไซยานิน ทำให้สีซีด เกิดกับน้ำมันระเหยและสารให้กลิ่นทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยเสริมปฏิกิริยา คือ แสงและอุณหภูมิสูง
2. เนื่องจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารแต่แรกหรือมาจากแหล่งอื่นภายหลังจึงต้องมีการทำลายเอนไซม์
3. การเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิ หลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่อากาศถ่ายเท
4. การเกาะจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากดูดความชื้นจากอากาศ หลีกเลี่ยงโดยการเก็บในภาชนะปิดสนิท

เมื่อเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ย อาหารจะดูดความชื้น จึงต้องเก็บในภาชนะปิดสนิท แต่อาหารที่มีความชื้นสูงกว่าความชื้นสมดุล เช่น หอม จากอากาศ กระทบแห้ง จะต้องเก็บในภาชนะโปร่งระบายอากาศได้ดีเพราะจะมีการระเหย น้ำจากหอมและกระทบแห้งถ้าอยู่ในภาชนะปิดน้ำที่ระเหยออกมาจะควบแน่นเป็นหยดน้ำเปียกที่ผิวทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย

2.2.9 การอบแห้งอาหารในระบบอุตสาหกรรม

1. การอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งบรรยากาศแบบกะ

เครื่องอบแห้งแบบกะนี้ ใช้เมื่ออาหารหลายชนิดต่าง ๆ กัน และใช้เมื่ออบแห้งแต่ละครั้งไม่ค่อยมากหรืออบแห้งตามฤดูกาล เช่น ตู้อบแห้งแบบ เตาเผา (Kiln) ซึ่งยังใช้กันมากในการอบผลไม้ลักษณะของตู้นี้ ซึ่งประกอบด้วยสองชั้น โดยมีพื้นเป็นช่อง ๆ พื้นนี้จะเป็นตัวแยกห้องอบแห้งออกเป็นชั้นบนและชั้นล่าง บริเวณห้องส่วนล่างจะประกอบด้วยเตาที่ผลิตอากาศร้อน ผลไม้จะวางอยู่บนพื้นที่เป็นช่องนี้และได้รับอากาศร้อนจากห้องส่วนล่าง การใช้ตู้อบแห้งแบบนี้จะสิ้นเปลืองค่าแรงงานมาก และใช้เวลาการอบนานตู้อบแห้งแบบดั้งเดิมจะมีส่วนที่ต่อกับตัวเผาไหม้ ชัลเฟอร์ เพื่อผลิตชัลเฟอร์ไดออกไซด์

เครื่องอบแห้งแบบตู้อบหรือถาด (Cabinet or tray) เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของเครื่องอบแห้งบรรยากาศแบบกะ เครื่องนี้จะใช้เมื่ออบอาหารจำนวนเล็กน้อย หรือเป็นขั้นการทดลอง เครื่องอบแห้งแบบเป็นตู้ ซึ่งประกอบด้วยตู้ที่บุฉนวน ถาดที่สำหรับวางชิ้นอาหาร และเครื่องมือที่จะทำให้อากาศร้อนไหลเวียน ลักษณะการอบแห้งของเตาเผา พบว่าถ้าความร้อนถ่ายเทจากลมร้อนทั้งหมด การอบแห้งในคาบนี้จะเป็นการอบแห้งแบบคงที่ ความชื้นของอากาศที่จะเข้าใกล้เส้นกระเปาะเปียกอย่างไรก็ตาม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ จึงได้มีการติดตั้งตัวให้ความร้อนภายในตู้อีกตัวหนึ่ง จากการติดตั้งให้ความร้อนเพิ่มนี้เอง ทำให้อากาศสามารถดูดซับปริมาณไอน้ำได้มากขึ้นต่อหนึ่งหน่วยของอากาศ แต่ในขณะเดียวกันอุณหภูมิที่ผิวหน้าของอาหารก็จะสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง เมื่อเป็นเช่นนี้อาจมีการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถ้าหากว่าอุณหภูมิสูงเกินไป

ถ้าพูดประสิทธิภาพของพื้นที่ที่ใช้อบแห้ง และชั้นความหนาของอาหารที่จะอบแห้งของเครื่องนี้ จะพบว่า ถ้าลมร้อนผ่านเข้าไปยังชั้นลมร้อนของอาหารที่ไม่แน่นมาก พื้นที่ ผิวสัมผัสของอาหารกับลมร้อนก็จะได้เกือบทุกด้าน โดยมีค่าเท่ากับความหนาเฉลี่ยของอาหารนั้น แต่ถ้าอาหารถูกวางอัดแน่นมาก พื้นที่ผิวสัมผัสของชั้นอาหารจะมีค่าเท่ากับพื้นที่ผิวของภาคที่บรรจุอาหารนั้น และมีความหนาเท่ากับ ความสูงของภาคนั้น ๆ ในกระบวนการการทำอาหารอบแห้ง มักใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ หรือสายพานในลักษณะต่อเนื่อง เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ มีการไหลแบบทางเดียวกันและแบบสวนทางกันของอาหารและลมร้อน นอกจากนี้ยังมีการไหลแบบตามขวาง ซึ่งแสดงลักษณะเครื่องอบแห้งที่มีการไหลแบบสวนทางกันและแบบตามขวาง ลักษณะเครื่องอบแห้งแบบสายพานที่มีการไหลแบบผลมระหว่าง การไหลไปทางเดียวกันและสวนทางกัน

2. การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)

การอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีสำคัญสำหรับการอบแห้งอาหารประเภทของเหลว

เช่น ผลิตภัณฑ์นม กาแฟ และ ไข่ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

การอบแห้งแบบพ่นฝอยประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ ของเหลวหรือของเหลวเข้มข้นจะถูกอัดฉีดเข้าในห้องซึ่งจะมีลมร้อนพ่นเข้ามา ทำให้ละอองฝอยของอาหารสัมผัสกับลมร้อนและทำให้เกิดการระเหยน้ำในระอองฝอยขึ้น อนุภาคที่แห้งจะลอยกระจายในกระแสลม แล้วลอยเข้าสู่เครื่องแยกไซโคลอน อาหารผงนี้จะถูกบรรจุหีบห่อในภาชนะหรืออาจจะถูกส่งต่อไปเพื่อผ่านกระบวนการอื่น ๆ ก่อนก็ได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละขั้นตอนมีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ดังนั้นคุณสมบัติของอาหารที่จะบ้อนเข้าไปจะต้องควบคุมให้ถูกต้อง เช่น ความหนืด ความตึงผิว และ องค์ประกอบทางเคมี นอกจากคุณสมบัติของอาหารแล้ว ตัวหัวฉีด (Atomizer) ลักษณะการไหลและการส่งผ่านความร้อนและมวลและการแยกอาหารแห้งออกจากกระแสลม ปัจจัยเหล่านี้มีความซับซ้อนและยากที่จะทำประสิทธิภาพสูงได้

หัวอัดฉีด เนื่องจากหัวฉีดจะเป็นตัวกำหนดอนุภาค หัวฉีดนี้จึงเป็นส่วนสำคัญของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย การอัดฉีดอาจจะใช้วิธีการอัดความดันสูง นอกจากนี้อาจจะมีการหัวฉีดอีกอันหนึ่งเพื่ออัดฉีดลมหรือไอน้ำเพื่อทำละอองอาหารที่พ่นลงมาแยกตัวกลายเป็นละอองอนุภาคเล็ก ๆ อาหารที่เป็นของเหลวจะต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ไม่มีอนุภาคใด

ไปจุดต้นรูหัวฉีดได้ สำหรับของเหลวชั้นที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือสัณฐานผลึกผสมจะใช้หัวฉีดอีกแบบหนึ่ง คือ หัวฉีดแบบจานเหวี่ยง (Centrifugal disk) หัวฉีดชนิดแบบนี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2,000 – 20,000 รอบต่อนาที ทำให้มีผลต่ออนุภาคโดยทำให้อนุภาคที่ได้มีลักษณะทรงกลม

ฉะนั้นขนาดของอนุภาคจึงขึ้นกับความเร็วของจานเหวี่ยงและความหนืดกับความตึงผิวของของเหลว

2.2.10 การส่งผ่านความร้อนและมวลในการอบแห้ง

รายละเอียดเกี่ยวกับการส่งผ่านความร้อนและมวลในห้องอบแห้งที่แท้จริงนี้ยังรู้กันเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะว่าปัจจัยตัวแปร เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และการกระจายตัวของละออง ทำการวัดค่าปริมาณได้ยาก แต่อย่างไรก็ตาม จากทฤษฎีสามารถอธิบายได้ดังนี้

ในระยะเริ่มต้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นถึงอุณหภูมิระเปาะเปียกในระยะที่สอง เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นภายในอนุภาคเพิ่มขึ้นและค่า A_w ที่ผิวหน้ามีค่าลดลง ดังนั้นทำให้อุณหภูมิผิวหน้าสูงถึงอุณหภูมิระเปาะเปียกในระยะที่สาม การแพร่ภายในจะถูกจำกัดลง ปริมาณความชื้นวิกฤตลดต่ำ จนทำให้ผิวหน้าของอนุภาคไม่ยอมให้สาร กลิ่น รส ผ่านได้ ดังนั้นจึงสามารถป้องกันการสูญเสียกลิ่นรสได้กระบวนการนี้ได้ใช้กับอุตสาหกรรมไซมิง กาแฟ ผงสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์นม ขบวนการนี้ใช้กับผักผลไม้หรือผลิตภัณฑ์เนื้อเยื่อเทศค่อนข้างยาก ทั้งนี้เพราะว่าอาหารเหล่านี้มีน้ำตาลและของแข็งละลายได้สูง ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นเทอร์โมพลาสติกและมีแนวโน้มที่จะไปติดกับผนังห้องอบแต่ได้มีข้อแนะนำการใช้วิธีนี้กับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เช่น การใช้ห้องอบที่มีขนาดสูง อุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรสูงและอากาศที่พ่นเข้าไปควรจะแห้งสนิท เป็นต้น ตัวอย่างการใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อเยื่อเทศผอง โดยใช้ การอบห้องอบสูง 250 ฟุต อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 51 องศาเซลเซียส เป็นต้น

การทำผลิตภัณฑ์อาหารผงสำเร็จรูป

ผลิตภัณฑ์อาหารผงสำเร็จรูป (Instantiated powder) ที่ดีจะต้องสามารถกระจายและละลายได้อย่างรวดเร็วในน้ำ การที่จะมีคุณสมบัติเช่นนี้ ผลิตภัณฑ์ผงจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- จะต้องมียพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำมาก

- คุณสมบัติการจรม
- การแพร่กระจายของการละลาย
- การต้านทานต่อการจรม

คุณสมบัติการเปียก ของอาหารผงนั้นขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวทั้งหมดของอนุภาคและขึ้นกับคุณสมบัติของผิวหน้าของอนุภาค อาหารที่มีไขมันอยู่ที่ผิวหน้าของอนุภาคจะทำให้ผิวหน้ามีสภาพขรุขระสำหรับการจับตัวกับของเหลว หรือของเหลวกับของแข็งไม่เพียงพอ วิธีการแก้ไขอาจทำได้โดยการเติมสารลดแรงตึงผิว เช่น เลกซิทีนส์ (Lecithin) หรือเติมสารเพิ่มความเปียก แต่ว่าสารนี้อาจทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ก. วัตถุประสงค์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุประสงค์

1. มะเขือเทศ
2. น้ำตาลทราย
3. น้ำสะอาด
4. เกลือป่น

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยตวงของแห้ง
3. ถ้วยตวงของเหลว
4. ช้อนตวง
5. ตะแกรงร่อนแป้ง
6. กะละมัง
7. เขียง
8. มีด
9. ผ้าขาวบาง
10. กระดาษ
11. ทัพพี
12. ถาด
13. ตะหลิว
14. ช้อน
15. ตู้อบลมร้อน
16. เต้าแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. ไม้ค้ำข้าง

18. เครื่องปั่นไฟฟ้า

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A 4	1	รีม
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน	1	ชุด
3. แผ่นดิสก์	5	แผ่น

3.2 วิธีการ

3.2.1. การวางแผนการทดลอง

1. ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ
2. เลือกเรื่องที่ทำปัญหาพิเศษ
3. ศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำมะเขือเทศผง
4. เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ
5. นำเสนอโครงร่างต่ออาจารย์ผู้ประสานงานปัญหาพิเศษ
6. ดำเนินการทดลอง

6.1 สูตรและขั้นตอนการผลิตมะเขือเทศผง

ก. สูตรการทำมะเขือเทศผง

สูตรที่ 1

น้ำและเนื้อเยื่อมะเขือเทศ	500	กรัม
น้ำตาลทราย	500	กรัม
เกลือป่น	1	ช้อนชา

สูตรที่ 2

น้ำและเนื้อเยื่อมะเขือเทศ	500	กรัม
น้ำตาลทราย	400	กรัม
เกลือป่น	1	ช้อนชา

สูตรที่ 3

น้ำและเนื้อเยื่อมะเขือเทศ	500	กรัม
น้ำตาลทราย	300	กรัม
เกลือป่น	1	ช้อนชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 4

น้ำและเนื้อเยื่อมะเขือเทศ	500	กรัม
น้ำตาลทราย	200	กรัม
เกลือป่น	1	ช้อนชา

ข. ขั้นตอนการผลิตมะเขือเทศผง

- 1) เตรียมวัสดุ – อุปกรณ์ในการ ผลิตมะเขือเทศให้ครบถ้วนประกอบด้วยเครื่องชั่ง ถ้วยตวงของเหลว ถ้วยตวงของแห้งช้อนตวง ตะแกรกร่อนแป้ง เขียง มีด ผ้าขาวบาง ทัพพี กระทะ ภาต ตะหลิว ช้อน เตาแก๊ส ไม้คั้นแป้ง เครื่องปั่นไฟฟ้า
2. ต้มน้ำที่อุณหภูมิ 50 –70 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการทำมะเขือเทศผง
3. นำมะเขือเทศที่ใช้ในการทำมะเขือเทศผงมาล้างให้สะอาด
4. นำมะเขือเทศที่ล้างสะอาดแล้วไปต้มที่อุณหภูมิ 50 - 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
5. นำมะเขือเทศที่ลวกแล้วมายีผ่านตะแกรกรอง เพื่อแยกเปลือกออก
6. นำน้ำและเยื่อของมะเขือเทศที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตมะเขือเทศผง โดยใช้มะเขือเทศ : น้ำตาลทราย ตามสูตร 4 สูตร ดังนี้ คือ 5 : 5, 5 : 4,
 - 6.1 ศึกษาขั้นตอนการทำมะเขือเทศผงจากการเตรียมน้ำและเยื่อของมะเขือเทศ
 - 6.2 ศึกษาปริมาณน้ำและเยื่อของมะเขือเทศ ต่อน้ำตาลทราย ที่เติมลงไป ในส่วนผสมของมะเขือเทศผงที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 500 , 400, 300 และ 200 ตามลำดับ โดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยทดลอง 3 ซ้ำ
 - 6.3 ประเมินคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทางด้าน กลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวม กับผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน และนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ
7. จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ
8. ส่งปัญหาพิเศษ

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมเกษตร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกาญจนบุรี

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2545



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการทดลองการผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้านโดยใช้ปริมาณน้ำและเยื่อของมะเขือเทศในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 5 : 2 5 : 3 5 : 4 และ 5 : 5 โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคหลังการผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้านได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน

คุณลักษณะ ที่ประเมิน	ตัวอย่าง			
	A	B	C	D
กลิ่น	6.4 ^a	6.2 ^b	6.4 ^a	5.8 ^c
สี	6.2 ^a	5.9 ^b	6.6 ^b	6.2 ^c
รสชาติ	7.2 ^a	6.8 ^b	6.4 ^c	5.2 ^d
ความชอบโดยรวม	7.6 ^a	7 ^b	6.7 ^c	5.6 ^d

A = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน น้ำตาลทราย 5 ส่วน (123)

B = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน น้ำตาลทราย 4 ส่วน (624)

C = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน น้ำตาลทราย 3 ส่วน (730)

D = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน น้ำตาลทราย 2 ส่วน (571)

4.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

4.1.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้านโดยนำไปชงกับน้ำร้อนเป็นลักษณะของน้ำมะเขือเทศ พบว่าลักษณะของน้ำมะเขือเทศ ผู้บริโภคให้การยอมรับมะเขือเทศผง สูตรที่ใช้น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 5 ส่วน และ สูตรที่ใช้น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 3 ส่วน หรือที่ระดับ 5 : 5 5 : 3 มากที่สุดโดยได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 6.4 โดยแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มะเขือเทศผงรองลงมาคือ สูตรที่ใช้น้ำและเยื่อมะเขือเทศ ต่อ น้ำตาลทราย 5 : 4 5 : 2 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจาก ปริมาณน้ำตาลทรายที่ใส่ในระหว่างกระบวนการระเหยน้ำ ทำให้ความชื้น และกลิ่นสูญเสียไปได้

ดังนั้นเมื่อใช้น้ำตาลทรายในปริมาณที่มากขึ้นก็จะทำให้กลิ่นเฉพาะที่มีอยู่ในมะเขือเทศลดลงได้ เนื่องจากมะเขือเทศผงมีกลิ่นเฉพาะตัวที่สามารถดึงดูดใจผู้บริโภคได้ ซึ่งก็แล้วแต่ผู้บริโภคบางคนด้วย

4.1.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของมะเขือเทศผงทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมะเขือเทศผงที่ ระดับ 5 : 3 มากที่สุด รองลงมา คือ 5 : 2 5 : 4 และ 5 : 5 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการใช้ความร้อนในการทำแห้งมะเขือเทศโดยเมื่อใช้ความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งพบว่าส่งผลทำให้สารสีในมะเขือเทศถูกทำลายได้ และการทดลองการผลิตมะเขือเทศผงได้ใช้น้ำตาลทรายในการทำมะเขือเทศผงทำให้มะเขือเทศจับตัวกันกับน้ำตาลทรายตกเป็นผลึกแล้วนำไปตากแดดเพื่อระเหยความชื้นที่มีอยู่ในมะเขือเทศออกให้เหลือน้อยที่สุด จากนั้นจึงนำไปบดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้าแล้วนำมาบดด้วยตะแกรงร่อนแป้งจึงอาจทำให้มีผลกระทบต่อสีของมะเขือเทศผงให้มีสีเจือจางลงไปด้วย

4.1.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติของมะเขือเทศผง โดยการทดสอบชิม โดยการนำมาชงกับน้ำร้อนเป็นน้ำมะเขือเทศ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมะเขือเทศผงที่อัตราส่วน คือ น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 5 ส่วนหรือที่ระดับ 5 : 5 มากที่สุดโดยได้คะแนนเฉลี่ย เป็น 6.4 โดยแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผง รongลงมา คือ 5 : 4 5 : 3 และ 5 : 2 ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่ารสชาติของมะเขือเทศ ผงจะมีรสชาติหวานอมเปรี้ยวของน้ำมะเขือเทศซึ่งให้รสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

4.1.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของมะเขือเทศผง ทั้ง 4 ตัวอย่าง โดยการทดสอบชิม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ มะเขือเทศผงที่ระดับอัตราส่วน คือ 5 : 5 มากที่สุด โดยได้คะแนนเฉลี่ย เป็น 6.4 โดยแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ มะเขือเทศผง รongลงมาคือ 5 : 4 5 : 3 และ 5 : 2 ตามลำดับ

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นทำให้ทราบว่า ปริมาณของน้ำและเยื่อของมะเขือเทศ ต่อ น้ำตาลทรายที่เหมาะสมที่สุดในการทำมะเขือเทศผงคือ สูตรที่ระดับ 5 : 5 เนื่องจากผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และ ความชอบโดยรวมซึ่งถ้าใช้ปริมาณน้ำและเยื่อ มะเขือเทศผสมลงไปปริมาณมากกว่านี้จะทำให้มะเขือเทศจับตัวรวมกันเป็นคาราเมล เหนียวข้น มีสีน้ำตาลและจะไม่สามารถนำมาทำเป็นมะเขือเทศผงได้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน ผลการศึกษาขั้นตอนการผลิตมะเขือเทศผงในสูตรที่เหมาะสม โดยใช้ปริมาณน้ำและเยื่อของมะเขือเทศผสมกับน้ำตาลทรายในอัตราส่วน คือ 5 : 2 5 : 3 5 : 4 และ 5 : 5 ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้านกลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับรวมของผู้บริโภค

จากผลการทดลองพบว่าการผลิตมะเขือเทศผงโดยใช้น้ำและเยื่อของมะเขือเทศกับน้ำตาลทรายในอัตราส่วน 5 : 5 ซึ่งจะใช้ปริมาณน้ำและเยื่อมะเขือเทศ 500 กรัม ต่อ น้ำตาลทราย 500 กรัม และใช้เกลือป่นเล็กน้อย ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมากที่สุด โดยได้คะแนน เป็น 6.4 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มะเขือเทศผงที่ซังพร้อมดื่ม โดยในการทำให้เป็นมะเขือเทศผงนั้นทำโดยนำมะเขือเทศจับตัวกันกับน้ำตาลทรายตกเป็นผลึกแล้วนำไปตากแดดเพื่อระเหยความชื้นที่มีอยู่ในมะเขือเทศออกให้เหลือน้อยที่สุด จากนั้นจึงนำไปบดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้าแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงร่อนแบ่งจะได้ลักษณะปรากฏเป็นมะเขือเทศผงที่มีผงสีแดงอ่อนๆและมีกลิ่นของมะเขือเทศ รวมทั้งมีรสชาติของมะเขือเทศที่มีรสเปรี้ยวผสมกับความหวานของน้ำตาลทรายทำให้ผู้บริโภคยอมรับมะเขือเทศผงสูตร 5 : 5 มากที่สุด

จากการทดลอง การศึกษาขั้นตอนการผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้านพบว่ากรรมวิธีการผลิตสามารถทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก และไม่ต้องใช้เครื่องมือ หรือ เครื่องทุ่นแรงที่มีราคาแพง อีกทั้งยังหาซื้ออุปกรณ์ในการผลิตได้ง่ายเพราะฉะนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้คิดค้นวิธีการผลิตมะเขือเทศผงเพื่อเพิ่มมูลค่าของมะเขือเทศ เพิ่มรายได้แก่ชุมชน ครอบครัว และเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิตจึงได้นำเอาความคิดแบบภูมิปัญญาชาวบ้านมาประยุกต์ใช้ในการทดลองผลิตมะเขือเทศผงเพื่อให้ผู้ผลิตในระดับครัวเรือนสามารถที่จะผลิตมะเขือเทศผงขึ้นเองได้ และสามารถเก็บไว้บริโภคได้นานยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการผลิตมะเขือเทศผงโดยภูมิปัญญาชาวบ้านควรให้อุณหภูมิในการทำให้แห้งประมาณ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เพื่อลดปัญหาการสูญเสียทางด้านของสี กลิ่น และ รสชาติ ของมะเขือเทศ
2. วิธีการเก็บรักษามะเขือเทศผงควรเก็บไว้ในภาชนะบรรจุปิดสนิทซึ่งจะสามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คณะทำงานโครงการอนุรักษ์ผักสีเขียว. 2541. มหัศจรรย์ผัก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล และ มูลนิธิโตโยต้า ประเทศไทย. 411 น.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

ทง กักรัษพันธ์. 2524. การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน. กรุงเทพฯ : 63 น.

ทง กักรัษพันธ์. 2526. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของผักและผลไม้ เล่ม 1 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 197 น.

ธนารักษ์ จังชันธ์ และ คณะ. 2542. แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : 103 น.

ธารธรรมแก้ว เชื้อเมือง. 2542. น้ำดื่มสมุนไพรจากพืชและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : กำแก้ว. 37 น.

ปุ่น และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. ภาษาบรรจุ. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรีนติ้ง เฮ้าส์. 69 น.

ศิริชัย ผ่องศิริ. 2543. น้ำผักผลไม้รวม. กาญจนบุรี : วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกาญจนบุรี. 36 น.

ศิวพร ศิวเวช. 2529. วัตถุดิบอาหาร เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 113 น.

ศิวพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุดิบอาหาร เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 119 น.

สุคนธ์สิน ศรีงาม และ วรณวิบูลย์ กาญจนบุญชร. 2539. คุณภาพอาหารและวิธีตรวจสอบ.
กรุงเทพฯ. 72 น.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณสุข. 2522. เรื่องวัตถุปรุงแต่งอาหาร.
กรุงเทพฯ : 38 น.

เสาวลักษณ์ ภูมิวิสนะ. 2525. หลักวิชาพืชสวน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว. 415 น.

อัมพร มุลดี. 2544. การเพิ่มกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ :
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
57 น.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบ Hedonic Scale Test

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ชื่อตัวอย่าง มะเขือเทศผง

เวลา.....

คำชี้แจง

1. บ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ ก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง
2. อยกลิ้นน้ำเปล่า ตัวอย่างอาจลิ้นได้หลังจากประเมินผล
3. ให้ทดสอบตัวอย่าง ซึ่งมีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับ คือ 123 624 730 571 ในการทดสอบนี้ผู้ทดสอบสามารถทดสอบซ้ำได้ โดยประเมินผลดังนี้
 - 3.1 ประเมินระดับความชอบ ซึ่งสามารถแบ่งย่อยไปเป็น ความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆ เช่น กลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้เป็นคะแนน แบบ 9 แต้ม
 - 3.2 กำหนดข้อความแสดงระดับความชอบให้สอดคล้องกับระดับคะแนน เป็นสัดส่วนกัน ดังนี้

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

คุณลักษณะที่ประเมิน	ระดับคะแนนความชอบต่อตัวอย่าง			
	123	624	730	571
กลิ่น				
สี				
รสชาติ				
ความชอบโดยรวม				

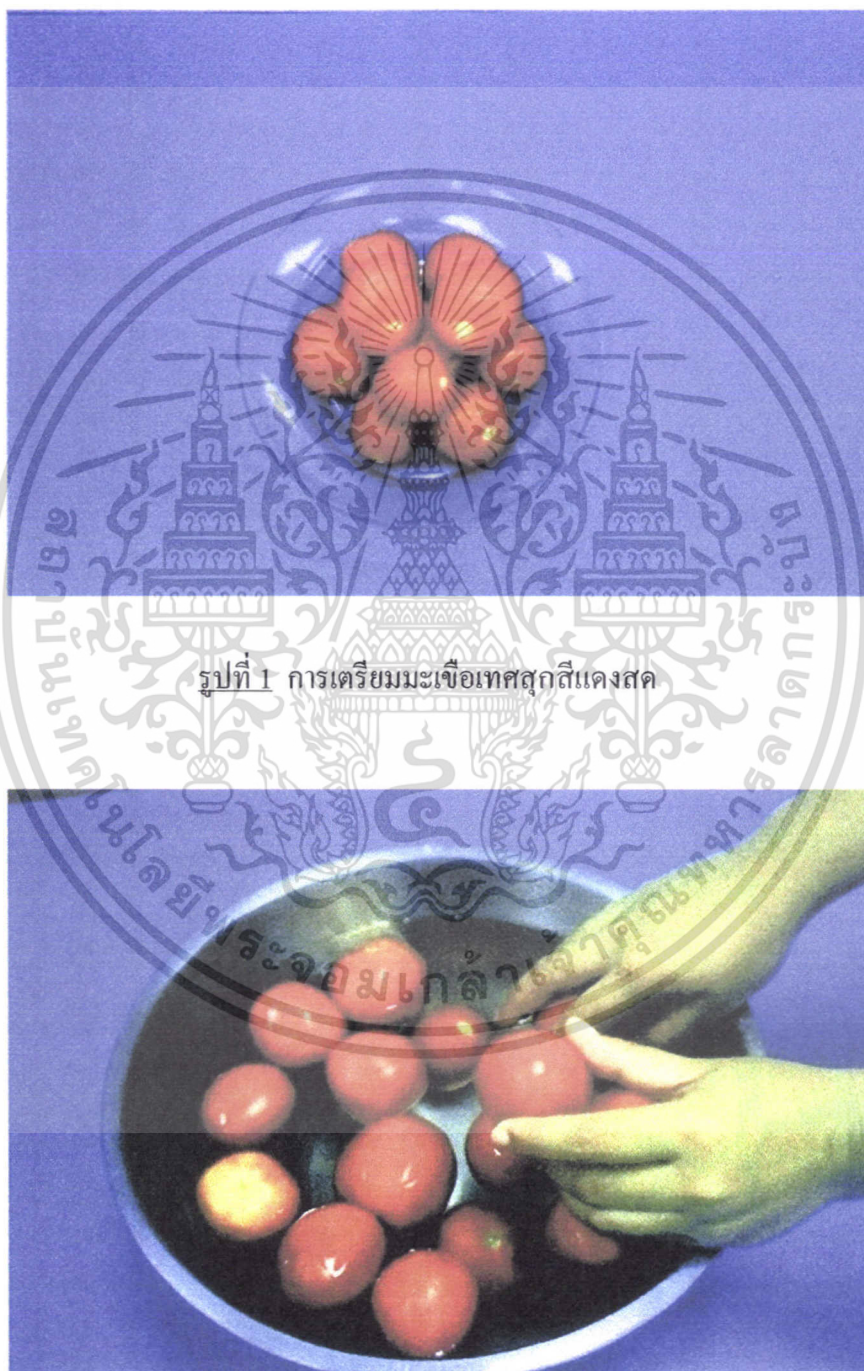
ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

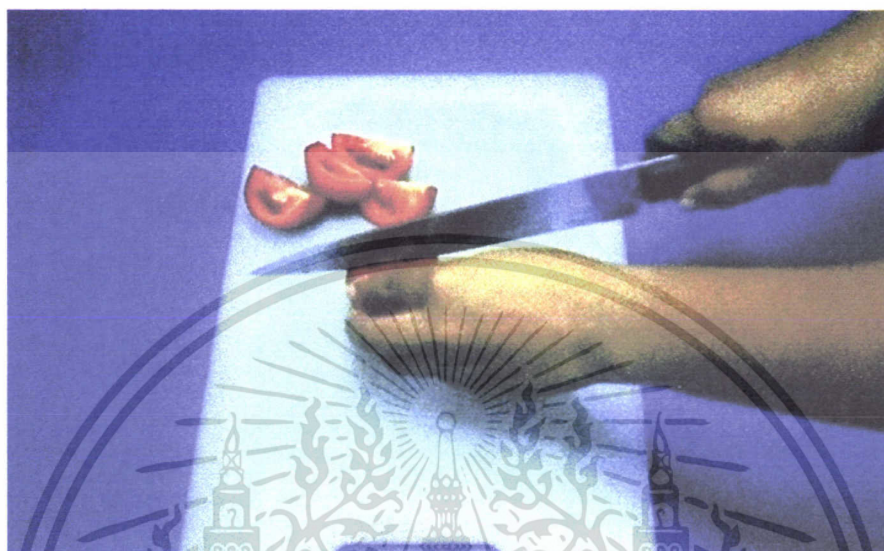
ภาคผนวก ข



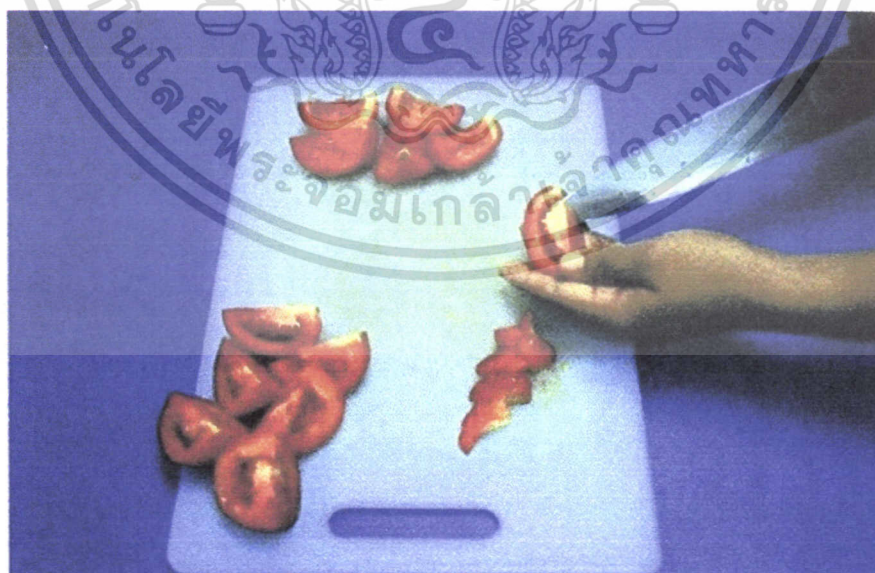
รูปที่ 1 การเตรียมมะเขือเทศสุกสีแดงสด

รูปที่ 2 การล้างทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 การผ่ามะเขือเทศ

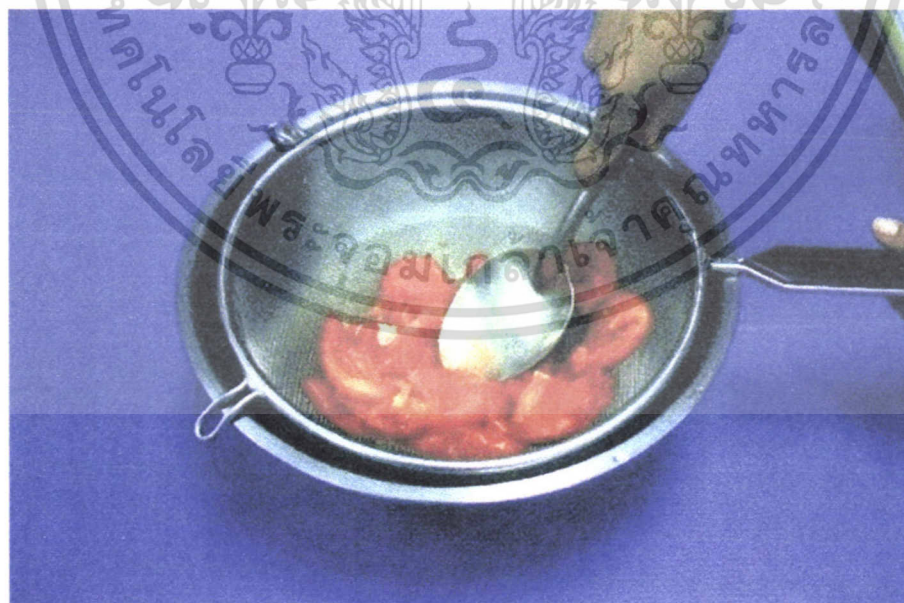


รูปที่ 4 การควักไส้และเมล็ดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

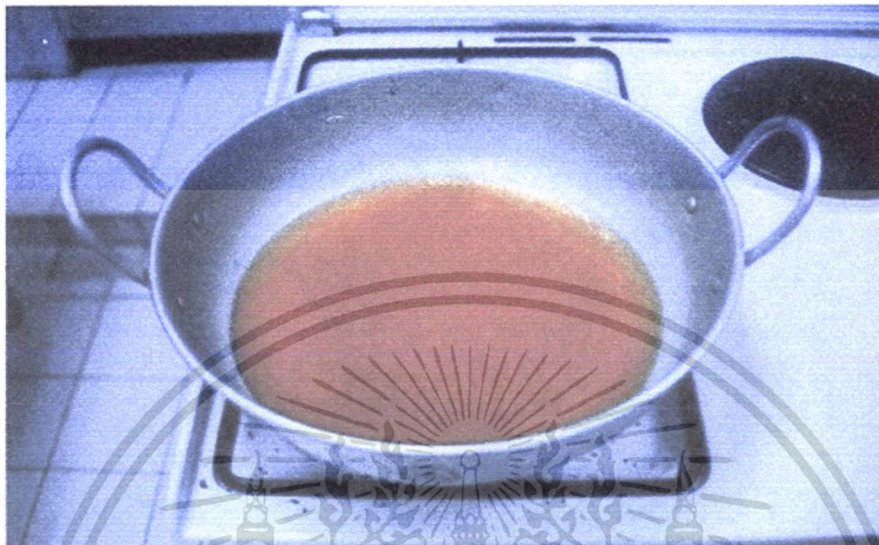


รูปที่ 5 การต้มที่อุณหภูมิ 50 - 70°C

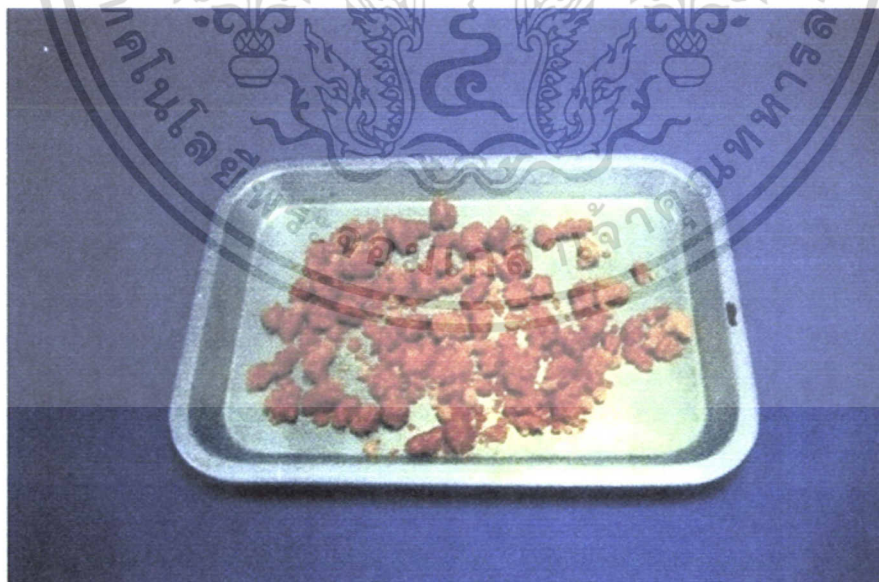


รูปที่ 6 การยีน้ำและเยื่อมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

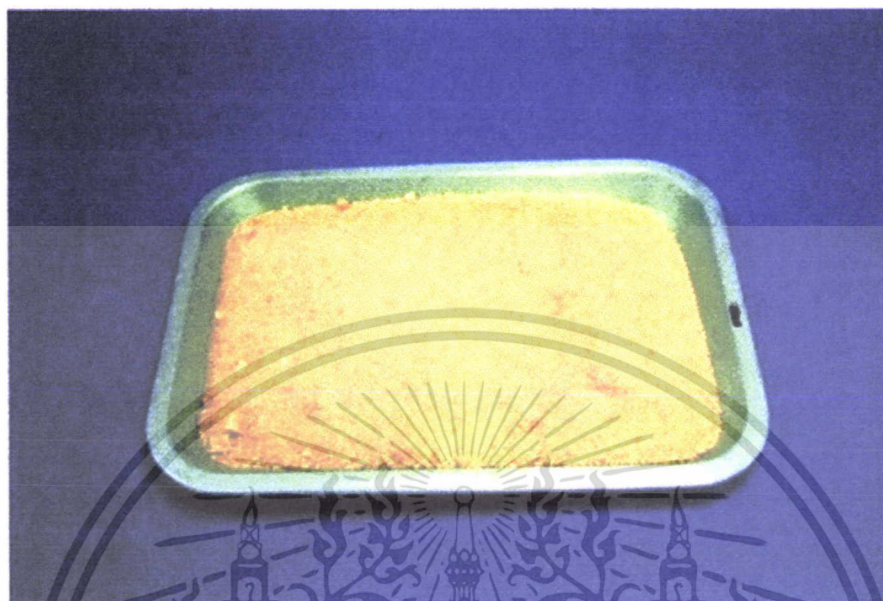


รูปที่ 7 การระเหยเอาน้ำและความชื้นออก



รูปที่ 8 มะเขือเทศหลังการระเหยความชื้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 มะเชื้อเทศหลังการปั่นแห้ง



รูปที่ 10 ผลิตรักษณ์มะเชื้อเทศผง โดยภูมิปัญญาชาวบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Scales Test

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

- A = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 5 ส่วน (123)
 B = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 4 ส่วน (624)
 C = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 3 ส่วน (730)
 D = น้ำและเยื่อมะเขือเทศ 5 ส่วน ต่อ น้ำตาลทราย 2 ส่วน (571)

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

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

ตารางภาคผนวกที่ ค.1 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

ผู้ทดสอบ ชิม	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
1	5	5	6	6	22
2	5	5	6	6	22
3	5	6	7	7	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค.1 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น
ของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม (ต่อ)

ผู้ทดสอบ ชิม	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
4	6	7	8	7	28
5	6	7	8	7	28
6	6	6	6	6	24
7	7	5	6	7	25
8	5	5	6	5	21
9	6	6	7	5	24
10	7	6	8	5	26
11	5	8	4	5	22
12	8	8	8	8	32
13	9	7	5	4	25
14	7	6	6	5	24
15	8	7	7	7	29
16	7	6	7	6	26
17	7	6	6	5	24
18	7	6	6	5	24
19	7	6	6	5	24
20	5	5	5	5	20
ผลรวม	128	123	128	116	495
ค่าเฉลี่ย	6.4	6.15	6.4	5.8	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค.2 การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านการกลืนของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

source of variation	SS	DF	MS	F
sample	4.8375	3	1.6125	1.91834
judges	39.4375	19	2.07566	2.46935
error	47.9125	57	0.84057	
total	92.1875	79		

ตารางภาคผนวกที่ ค.3 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
ชิม					
1	5	5	7	7	24
2	5	5	7	7	24
3	5	5	6	6	22
4	6	7	6	7	26
5	6	9	7	8	30
6	6	5	6	5	22
7	7	6	8	8	29
8	6	6	6	7	25
9	5	5	8	5	23
10	6	5	7	6	24
11	7	5	8	5	25
12	7	8	9	8	32
13	9	7	5	4	25
14	6	6	6	5	23
15	8	6	6	7	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค.3 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
ชิม					
16	7	5	5	6	23
17	5	6	6	6	23
18	6	6	6	5	23
19	6	6	6	5	23
20	6	6	7	7	26
ผลรวม	124	119	132	124	499
ค่าเฉลี่ย	6.2	5.95	6.6	6.2	

ตารางภาคผนวกที่ ค.4 การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสีของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

source of variation	SS	DF	MS	F
sample	4.3375	3	1.44583	1.44806
judges	35.2375	19	1.85461	1.85746
error	56.9125	57	0.99846	
total	96.4875	79		

ตารางภาคผนวกที่ ค.5 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

ผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
1	5	5	6	5	21
2	5	5	6	5	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค.5 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม (ต่อ)

ผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
3	5	6	7	5	23
4	8	9	7	7	31
5	8	7	6	5	26
6	6	6	5	4	21
7	7	8	7	7	29
8	8	7	6	5	26
9	7	7	8	6	28
10	8	7	6	4	25
11	4	5	8	7	24
12	7	8	9	7	31
13	9	7	5	4	25
14	8	7	5	4	24
15	9	6	6	5	26
16	7	6	5	4	22
17	8	7	5	4	24
18	8	7	5	4	24
19	9	8	7	5	29
20	9	8	9	7	33
ผลรวม	145	136	128	104	513
ค่าเฉลี่ย	7.25	6.8	6.4	5.2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค.6 การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับ
ทางด้านรสชาติของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

source of variation	SS	DF	MS	F
sample	46.4375	3	15.4792	13.0111
judges	59.1375	19	3.1125	2.61622
error	67.8125	57	1.18969	
total	173.388	79		

ตารางภาคผนวกที่ ค.6 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน
ความชอบรวมของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม

ผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
1	5	5	7	7	24
2	5	5	7	7	24
3	6	5	7	7	25
4	8	8	8	7	31
5	9	8	6	7	30
6	6	6	5	4	21
7	8	7	7	9	31
8	9	8	6	4	27
9	7	7	8	6	28
10	8	6	7	5	26
11	6	7	8	6	27
12	7	8	9	7	31
13	9	7	5	4	25
14	9	8	7	5	29
15	9	7	7	5	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค.6 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน
ความชอบรวมของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม
(ต่อ)

ผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง				ผลรวม
	A	B	C	D	
16	8	7	7	5	27
17	8	7	6	5	26
18	9	8	7	5	29
19	8	7	5	4	24
20	8	9	5	4	26
ผลรวม	152	140	134	113	539
ค่าเฉลี่ย	7.6	7	6.7	5.65	

ตารางภาคผนวกที่ ค.7 การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับ
ทางด้านความชอบรวมของมะเขือเทศผงเมื่อนำมาชงด้วยน้ำร้อนเป็น
เครื่องดื่ม

source of variation	SS	DF	MS	F
sample	39.9375	3	13.3125	8.79146
judges	35.2375	19	1.85461	1.22476
error	86.3125	57	1.51425	
total	161.488	79		

การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ในคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายใน
ตาราง Analysis of Variance สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้จากวิธีการการคำนวณดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

การคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของมะเขือเทศผง

1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}} \\
 &= \frac{(152^2 + 140^2 + \dots + 113^2)}{80} \\
 &= 3631.513
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df, sample

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1 \\
 &= 4 - 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

2.2 df, judges

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนผู้ทดสอบ} - 1 \\
 &= 20 - 1 \\
 &= 19
 \end{aligned}$$

2.3 df, total

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนการตรวจ} \\
 &= 80 - 1 \\
 &= 79
 \end{aligned}$$

2.4 df, error

$$\begin{aligned}
 &= \text{df, total} - \text{df, judges} - \text{df, sample} \\
 &= 79 - 19 - 3 \\
 &= 57
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหาค่า SS (Sum of square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ SS, Sample} &= \frac{\sum (\text{ค่า total ของแต่ละ sample})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ Sample})} - CF \\
 &= \frac{(104^2 + 117^2 + \dots + 136^2) - 3631.513}{20} \\
 &= 39.9375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ SS, judges} &= \frac{\sum (\text{ค่า total ของแต่ละ judges})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} - CF \\
 &= \frac{(24^2 + 24^2 + \dots + 26^2) - 3631.513}{4} \\
 &= 35.2375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ SS, total} &= \frac{\sum (\text{ค่าการประเมินทุกค่า})^2}{(\text{จำนวนการประเมินทั้งหมด})} - CF \\
 &= \frac{(5^2 + 5^2 + \dots + 4^2) - 3631.513}{10} \\
 &= 3793 - 3631.513 \\
 &= 161.488
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ SS, error} &= \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample} \\
 &= 161.488 - 35.2375 - 39.9375 \\
 &= 86.3125
 \end{aligned}$$

4. การคำนวณหา MS (Mean Square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS, sample} &= \frac{\text{SS, sample}}{\text{df, sample}} \\
 &= \frac{39.9375}{3} \\
 &= 13.3125
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS, judges} &= \frac{\text{SS, judges}}{\text{df, judges}} \\
 &= \frac{35.2375}{19} \\
 &= 1.85461
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS, error} &= \frac{\text{SS, error}}{\text{df, error}} \\
 &= \frac{86.3125}{57} \\
 &= 1.51425
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ F, Sample} &= \frac{\text{MS, sample}}{\text{MS, error}} \\
 &= \frac{13.3125}{1.51425} \\
 &= 8.79146
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \text{ F, judges} &= \frac{\text{MS, judges}}{\text{MS, error}} \\
 &= \frac{1.85461}{1.51425} \\
 &= 1.22476
 \end{aligned}$$

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

$$F, \text{ sample} = 8.79146$$

$$F, \text{ total, P} = 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ sample } n_1 = 3$$

$$df, \text{ error } n_2 = 57$$

$$= 2.76$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 8.79146 มีค่ามากกว่าค่า F ในตาราง P ค่าที่ได้ 2.76 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

$$F, \text{ judges} = 1.22476$$

$$F, \text{ total, P} = 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ sample } n_1 = 19$$

$$df, \text{ error } n_2 = 57$$

$$= 1.70$$

จากการคำนวณ F, judges ที่คำนวณได้ 1.22476 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตาราง P ค่าที่ได้ 1.70 แสดงว่า Judges ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

A	B	C	D
7.6	7	6.7	5.65

7.1 หาค่า Standard error (SE)

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

$$= \sqrt{\frac{1.51425}{20}}$$

$$= 0.0757125$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentized rang (SSR) ที่ $t = 4$ ค่า $df, \text{ error} = 57$

จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.74

7.3 คำนวนค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

$$\begin{aligned} \text{LSD} &= \text{SE} \times \text{SSR} \\ &= 0.075125 \times 3.74 \\ &= 0.2809675 \end{aligned}$$

7.4 โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่าค่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 4 มีความแตกต่างกัน ผลปรากฏค่าดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ ๗.๑ การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านความชอบโดยรวมของมะเขือเทศผง

A	B	C	D
7.6 ^a	7 ^b	6.7 ^c	5.65 ^d

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้