สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ซาลาเปาน้ำแครอท

Chinese streaming flour with pork insd add the carrot water

โดย

นางสาวชัชติยา อาจหาญ

ปย.
ช354ช
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47215
วัน, เดือน, ปี 24 มิ.ย. 2546

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

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง ซาลาเปาน้ำแครอท

Chinese streaming flour with pork insd add the carrot water

ชื่อ-สกุล นางสาวชัชดิยา อาจหาญ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รดีกร ฉัตรทอง

บทคัดย่อ

ซาลาเปาเป็นอาหารว่างที่แพร่หลายและได้รับความนิยมมากชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงได้มีการนำแครอทมาเสริมในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยนำน้ำแครอทมาทดแทนน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมของซาลาเปา จากการทำการทดลอง 4 การทดลองเพื่อศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นที่เหมาะสมในสูตรซาลาเปายีสต์ คือ 0 เปอร์เซ็นต์ 20 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 60 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมที่เป็นน้ำในซาลาเปายีสต์ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อทดแทนน้ำแครอทในผลิตภัณฑ์แล้วสีของซาลาเปาน้ำแครอทที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมีสีเหลืองเข้มจากสูตรซาลาเปายีสต์ที่ใช้ปริมาณน้ำแครอท 60 เปอร์เซ็นต์แต่พบว่าปริมาณของน้ำแครอทเข้มข้นไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยพบว่าซาลาเปายีสต์ไม่มีการใช้ปริมาณน้ำแครอทในส่วนผสมเลย ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดจากจำนวนผู้ทดสอบชิม 10 คน เมื่อทำการประเมินผลแบบ 9-Point Hedonic scale และการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความรู้และคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รดีกร ฉัตรทอง และอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านการใช้ห้องปฏิบัติและอนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ ตลอดจนความช่วยเหลือของเพื่อนๆในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจตลอดเวลา รวมทั้งคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาและผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชัชติยา อาจหาญ

กุมภาพันธ์ 2545

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 ขนมปังอบไอน้ำ..... 3
2.1.1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต..... 4
2.1.2 วิธีการทำขนมปังอบไอน้ำ..... 22
2.2 แครอท 24
2.2.1 การขยายพันธุ์..... 24
2.2.2 ลักษณะทางพฤกศาสตร์..... 24
2.2.3 พันธุ์..... 25
2.2.4 ฤดูปลูก..... 25
2.2.5 ประวัติและถิ่นกำเนิด..... 26
2.2.6 สรรพคุณ..... 27
3. อุปกรณ์และวิธีการ
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.1 วิธีการ	42
3.2 สถานที่ทำการวิจัย	44
3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	44
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	45
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก.	51
ภาคผนวก ข.	52
ภาคผนวก ค.	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ส่วนประกอบเฉลี่ยของแป้งสาลี	5
2.	อุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่นของแป้งชนิดต่างๆ	9
3.	การใช้ประโยชน์ของแป้งดัดแปร	10
4.	คุณค่าทางโภชนาการของแครอท	27
5.	สมรรถนะ (Activity) ของคาโรทีนอยด์ในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ	33
6.	ตัวอย่างผักและผลไม้ที่มีเบต้า-คาโรทีน	36
7.	สารอาหารที่เป็นแอนติออกซิเดนซ์	36
8.	บทบาทของคาโรทีนอยด์ในการส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย	40
9.	แสดงลักษณะปรากฏที่ได้จากการสังเกตซาลาเปาน้ำแครอท	45
10.	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อซาลาเปาน้ำแก้รอท	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเม็ดแป้ง..... 9
2. แครอท..... 25
3. สูตรโครงสร้างของสารประกอบพวกคาร์โรทีนอยด์และเส้นประนั้นแทนโซ่คาร์บอนด์ที่ท่อนเหมือนกับ-Carotene..... 30
4. โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีน..... 32
5. โครงสร้างทางเคมีของเบต้า-คาโรทีนแบบทรายนส์และซิส..... 32
6. สมรรถนะ (Activity) ของเบต้า-คาโรทีนและแอลฟ่า-คาโรทีนในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ 34
7. รูปแบบต่างๆของวิตามินเอและบทบาททางชีววิทยา..... 35
8. เบต้า-คาโรทีนเป็นแอนติออกซิเดนซ์..... 38
9. การป้องกันแอนติออกซิเดนซ์ภายในเซลล์..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ซาลาเปาเป็นอาหารว่างของจีนที่คนไทยคุ้นเคยและแพร่หลายมากสามารถหาซื้อได้ง่ายจนกลายเป็นอาหารว่างประจำวันของคนไทย ซาลาเปาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากแป้งสาลีทำให้สุกได้ด้วยขบวนการให้ความร้อนจากไอน้ำหรือการนึ่งและจัดเป็นอาหารว่างที่ได้รับความนิยมมากชนิดหนึ่ง โดยซาลาเปามีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีนซึ่งอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งอยู่ในภูมิภาคเดียวกับประเทศไทย นิยมรับประทานเป็นอาหารเรียกน้ำย่อยที่รู้จักกันในชื่อของติ่มซำ (Dim Sum)

แครอท จัดอยู่ในจำพวกพืชผัก มีถิ่นกำเนิดและต้นกำเนิดมาจากต่างประเทศแถบชาติตะวันตกแครอทเป็นผักที่นิยมรับประทานกันมากโดยมีการแพร่หลายเข้ามาในประเทศไทยแครอทจัดเป็นพืชกินราก คือ หัวแครอทที่เป็นรากจะอยู่ใต้ดินมีสีส้ม เหตุที่แครอทมีสีส้มเพราะว่าในแครอทมีสารสี (Pigment) ที่เรียกว่า คาโรทีนอยด์ (Carotenoids) คาโรทีนอยด์เป็นสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนที่มี 40 อะตอม คาโรทีนอยด์จะพบในผักผลไม้ที่มีสีส้มนั้น จัดเป็นโปรวิตามินเอ (Provitamin A) โดยจะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ในร่างกายคนและสัตว์ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2541 : 90) จากการศึกษาพบว่าแครอทมีวิตามินเอสูงถึง 11,000 I.U. (Mapson L.W., 1970 : 369-386) ดังนั้นจะเห็นว่าผักที่มีสีส้มจะมีเบต้า- เคโรทีนอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งพบว่ามีประโยชน์ต่อระบบการทำงานในร่างกายมนุษย์ด้วย

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าเบต้าคาโรทีนมีความสำคัญมาก คือเป็นตัวต้านทานอนุมูลอิสระ (antioxidant) หรือสารต้านทานออกซิเดชั่นธรรมชาติที่ได้จากพืช ซึ่งสารนี้ถ้าอยู่ในร่างกายมนุษย์จะช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งหรือหลอดเลือดแดงแข็งขึ้นได้ ปัจจุบันนี้ถือว่าโรคนี้สร้างความเสียหายแก่มนุษย์เป็นจำนวนมากและยังไม่มียาที่รักษาโรคนี้ให้หายขาดได้

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขึ้นมาเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลายหลาย จากคุณค่าทางโภชนาการของแค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอทที่ได้กล่าวมาในข้างต้น จึงได้มีการทดลองที่จะนำแครอทมาแปรรูปและใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ซาลาเปาน้ำแครอทที่มีสี, กลิ่นและรสชาติที่แปลกแตกต่างออกไปจากรูปแบบเดิม โดยเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มสูงขึ้น และเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์แปรรูปอีกทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำซาลาเปาน้ำแครอท
2. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอทที่มีคุณภาพดี
3. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษากรรมวิธีการผลิตเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท และศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอทให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่และผู้บริโภคได้รับคุณค่าและประโยชน์ทางโภชนาการจากซาลาเปาน้ำแครอท
2. เพิ่มความหลายหลายให้กับผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่ง
3. เพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตร
4. เป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่ไม่รับประทานแครอท สามารถได้รับประโยชน์ของแครอทจากการรับประทานซาลาเปาน้ำแครอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขนมปังอบไอน้ำ

ขนมปังอบไอน้ำ เป็นอาหารหลักของชาวจีนโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคเหนือของประเทศ เป็นทั้งอาหารเช้า กลางวัน และเย็น ปัจจุบันขนมปังอบไอน้ำได้แพร่หลายไปยังประเทศต่างๆ หลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศไทยและมาเลเซียเป็นต้น

ขนมปังอบไอน้ำ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำก้อนโด (Dough) ที่ผ่านการหมักแล้วมาทำการอบหรือนึ่งด้วยไอน้ำ ต้นกำเนิดของขนมปังอบไอน้ำอยู่ที่ประเทศจีนในสมัยราชวงศ์ฮั่น (Han Dynastic, 206 B.C. – 26 A.D.) ขนมปังอบไอน้ำมีหลายชนิด แต่ละชนิดแตกต่างกันที่ส่วนประกอบและวิธีการผลิต วิธีการทำ ลักษณะปรากฏ และรสชาติ โดยทั่วไปแล้วขนมปังอบไอน้ำในประเทศจีนมีอยู่ 2 ชนิดหลักๆ คือ

1) ชนิดธรรมดา (Plain steamed bread) หรือที่ชาวจีนเรียกว่า หมั่นโถ (man tou) มีสองแบบ แบบแรก ลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นและค่อนข้างแข็งกว่า ชาวจีนทางภาคเหนือนิยมใช้เป็นอาหารหลัก รับประทานกันทุกมื้อ จัดเป็นขนมปังอบไอน้ำแบบภาคเหนือ (northern – style steamed bread) ส่วนแบบที่สองเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกว่าชาวจีนทางภาคใต้นิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง จัดเป็นขนมปังอบไอน้ำทางภาคใต้ (southern – style steamed bread)

2) ชนิดมีไส้ (Filled or stuffed buns) ชาวจีนเรียกว่า ซาซูเปา (cha shu bao) เป็นที่นิยมรับประทานกันมากของชาวจีนเชื้อสายกวางตุ้งที่อาศัยอยู่บริเวณภาคใต้ของประเทศจีนและประชาชนในประเทศอื่นๆ แถบเอเชีย ไส้อาจทำจากเนื้อ เช่น เนื้อหมูย่าง อาจทำจากผัก เช่น กะหล่ำปลี แครอท หอม ซึ่งผ่านการดองรวมกันเรียกกันว่า กิมจิ หรือของหวาน เช่น ถั่วแดงบด เม็ดบัว มัสตาร์ด นิยมรับประทานกันเป็นอาหารว่างเท่านั้น จัดเป็นขนมปังอบไอน้ำแบบกวางตุ้ง (Cantonese – style buns)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมปังอบไอน้ำทั้งสองชนิดนี้คนทั่วไปนิยมรับประทานขณะที่ยังอุ่นๆ อยู่รวมกับอาหารประเภทซุป เพราะถ้าหากทิ้งไว้จนเย็นจะทำให้ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปในทางที่ไม่ดี

2.1.1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต

ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตขนมปังอบไอน้ำแบ่งออกเป็นส่วนประกอบหลักได้แก่ แป้ง-สาลี น้ำ และยีสต์ ส่วนประกอบรองได้แก่ เกลือ น้ำตาล ชอทเทนนิ่ง (shortening) และอิมัล-ซิไฟเออร์ (emulsifier)

1. แป้งสาลี คุณภาพของขนมปังอบไอน้ำมีผลเนื่องมาจากแป้งสาลีเป็นส่วนใหญ่ กล่าวคือ แป้งสาลีชนิดแข็ง (hard wheat flour) ทำให้ขนมปังอบไอน้ำมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแน่น แข็งปริมาณโปรตีนในแป้งยิ่งมาก ยิ่งทำให้ปริมาตรในขนมปังน้อย ดังนั้นการผลิตขนมปังอบไอน้ำแบบภาคเหนือจึงนิยมใช้แป้งสาลีชนิดแข็งที่มีปริมาณโปรตีนไม่เกิน 9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขนมปังอบไอน้ำแบบภาคใต้นิยมใช้แป้งสาลีชนิดอ่อน (soft wheat flour) ที่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า 9.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม มีปริมาณมาก หากปริมาณโปรตีนต่ำกว่า 9.5 เปอร์เซ็นต์แล้ว จะทำให้เนื้อสัมผัสเหนียวหนืดไม่น่ารับประทาน

1.1 ส่วนประกอบของแป้งสาลี

แป้งสาลีประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ ไวตามิน เอนไซม์ และสารสี ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบโดยประมาณเฉลี่ยของแป้งหลายประเภท ความเข้มข้นของโปรตีนเปรียบเทียบนั้นมีความสำคัญ ดังนั้นจึงกำหนดให้ปริมาณความชื้นเป็นหลัก 12 เปอร์เซ็นต์ ก็เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบโปรตีน โปรตีนในแป้งสาลีเป็นพวก แอลบูมิน (albumins) 6-12เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนทั้งหมด กลอบูลิน (globulins) 5-12 เปอร์เซ็นต์ แอลบูมิน มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำจะทำหน้าที่ช่วยคุณภาพการอบของแป้ง กลอบูลินมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ในสารละลายเกลือเจือจาง โปรตีนพวกนี้จะทำหน้าที่ช่วยคุณภาพการอบหรือไม่นั้นยังเป็นที่สงสัยกันอยู่ โปรตีนสำคัญของแป้งที่เป็นส่วนประกอบของกลูเตนนั้นคือไกลอะดิน (gliadins) และกลูเทนนิน (glutinins) ไกลอะดิน เป็นโปรตีนพวกโพรลามีน(prolamines)ซึ่งสามารถละลายได้ใน แอททานอล 60-70 เปอร์เซ็นต์ และกลูเทนนิน ละลายได้ในกรด และเบสเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบเฉลี่ยของแป้งสาลี (เปอร์เซ็นต์)

แป้ง	น้ำ	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	เถ้า
แป้งสาลีขั้งรำ (whole wheat) จากข้าวสาลีชนิดแข็ง	12	13.3	2.0	71.0	1.7
แป้งรวมจากทุกขั้นโม่ (straight) จากข้าวแข็ง	12	11.8	1.2	74.5	0.46
แป้งรวมทุกขั้นโม่ จากข้าวชนิดอ่อน	12	9.7	1.0	76.9	0.42
แป้งเอนกประสงค์	12	10.5	1.0	76.1	0.43
แป้งเค้ก	12	7.5	0.8	79.4	0.31

ที่มา : Paul, P.C and Palmer, H.H (1972)

คาร์โบไฮเดรตในแป้งสาลีเป็นแป้งสตาร์ช 75-80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มีเซลลูโลสน้อยมาก เพ็นโทแซน (pentosans) ซึ่งเป็นน้ำตาลหลายชั้นพวกเฮมิเซลลูโลส (hemicelloses) มีประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ เด็กซทรินมีไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลมีเพียงเล็กน้อยปรกติมีน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลมอลโทสประมาณ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เป็นกลูโคส ฟลุคโทส ซูโครส และน้ำตาลสามชั้นบางชนิด

ไขมันในแป้งสาลี มีประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ของเอนโดสเปอร์ม เกลือแร่ประมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณนี้ลดลงตามปริมาตรการขัดสีแป้ง เกลือแร่ที่สำคัญคือฟอสฟอรัสและปอแตสเซียม เกลือแร่อื่นๆ มีเช่น แมกนีเซียม แคลเซียมและเหล็ก แม้ว่าข้าวสาลีจะมีไวตามินบีรวมอยู่ในปริมาณพอสมควร แต่ในแป้งสีขาวจะไม่มีไวตามินนี้เหลืออยู่ กรรมวิธีในการผลิตแป้งจึงต้องเติมเกลือแร่และไวตามินลงไปด้วย

เอ็นไซม์ในแป้งสาลีมี อะไมเลส โปรตีนเอส ไลเปส และออกซิเดส เอนไซม์นับเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในเปอร์เซ็นต์เพียงเล็กน้อย แต่มันสามารถมีผลต่อคุณสมบัติของแป้งอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 หน้าที่ของส่วนประกอบของแป้งสาลีในก้อนแป้ง

ได้มีการศึกษากันมาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีที่เกิดขึ้นกับโปรตีนของแป้งสาลีระหว่างการผสมแป้งให้เกิดเป็นก้อนแป้ง (dough) และศึกษาถึงปฏิกิริยาร่วมระหว่างโปรตีนและส่วนประกอบอื่นของแป้งและความสัมพันธ์ของปัจจัยเหล่านี้ต่อคุณภาพการอบของแป้งด้วย

โปรตีน เมื่อให้ไกลอะดิน และกลูเทนนินต่างก็รวมกับน้ำ ไกลอะดินจะให้ลักษณะยืดได้มากกว่า และติดกันหนืดมากกว่า ส่วนกลูเทนนินจะยืดหยุ่นกว่า แต่ถ้าทั้งสองดูดอุ้มน้ำไว้ด้วยกันจะให้ร่างแหกลูเตนที่มีความกว้าง ยาว หนา ลักษณะยืดหยุ่น และเหนียวเกาะติดกันเป็นก้อน ก้อนแป้งที่ทำขนมปังที่มีกลูเตนขนาดนวดได้ที่แล้ว จะให้คุณสมบัตินี้อย่างเห็นได้ชัด ความเหนียวเกาะติดกัน และความยืดหยุ่น จะยอมให้ฟองแก๊สขยายตัวโดยไม่เข้ามารวมกัน หรือไม่ระเหยไปในอากาศ ในขณะเดียวกันความยืดหยุ่นที่มีอยู่เต็มที่อาจจะไม่เป็นที่ต้องการ เพราะจะทำให้ก้อนแป้งที่คลึงออกไป กลับหดเข้ามาเป็นก้อนกลม การนวดให้เกิดกลูเตนที่พอเหมาะนั้นต่างกันไปตามคุณภาพที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ที่ทำ

ไขมัน เนื้อกลูเตนในก้อนแป้งนั้นมิได้มีเฉพาะโปรตีนเป็นส่วนประกอบเท่านั้น แต่จะมีไขมันอยู่ด้วยประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ของกลูเตนแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไขมันประเภทถูกกลูเตนยึดเอาไว้ในขณะทำเป็นก้อนแป้ง นั้นก็คือมารวมกันเป็นสารประกอบโปรตีน-ไขมันที่สลับซับซ้อน

คาร์โบไฮเดรต ในระหว่างการผสมแป้ง เม็ดแป้งสตาร์ชจะฝังอยู่ในเนื้อกลูเตน และในระหว่างการหมักก้อนแป้งทำขนมปัง ขณะที่เกิดแก๊สขึ้นเม็ดแป้งสตาร์ชจะจัดเรียงขนานกับแผ่นบาง

กลูเตนซึ่งอยู่ล้อมรอบเซลล์นั้น ด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เหนียวแน่นระหว่างแป้งสตาร์ชและกลูเตน จึงทำให้โครงสร้างเซลล์ต่อกันยาว เมื่อได้รับความร้อนเซลล์แก๊สนี้จะขยายตัวจึงทำให้ร่างแหกลูเตนซึ่งยืดออกไปได้ เม็ดแป้งสตาร์ชก็จะรับน้ำเข้าไว้ในตัว แม้ว่าจะมีน้ำจำกัดและการพองตัวข้นใส (gelatinization) ที่เกิดขึ้นยังไม่ถึงขั้นสมบูรณ์ แต่เม็ดแป้งก็จะมีความสามารถพอที่จะยืดออกตามกลูเตน ในระยะท้ายของการอบ แป้งสตาร์ชจะดึงเอาน้ำออกจากกลูเตนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จึงเหลือเป็นโครงร่างกลูเตนขาดน้ำที่มีรอยแตกแยกแต่กจะมีลักษณะกึ่งแข็ง จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นแข็ง (coagulate) ด้วยความร้อน แป้งสตาร์ชนั้นไม่เพียงแต่ทำให้เกิดความแข็งโดยการดึงน้ำออกดังกล่าวเท่านั้น แต่จะทำให้มีจุดอ่อน ในโครงร่างตรงที่เกิดรอยแตกแยกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่มีรอยแตกแยกดังกล่าวและแก๊สก็ไม่มีทางออกไปได้ จะทำให้เกิดแรงดันภายใน ซึ่งในขณะตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะให้ผลในทางตรงกันข้าม คือ ผลิตภัณฑ์จะหดตัวย่น นอกจากคุณสมบัติดังกล่าว แป้งสตาร์ชอาจจะช่วยเพิ่มความอยู่ตัวของขนมที่ทิ้งไว้ให้เย็นโดยการไปรวมกับอะไมโลสที่หลุดออกมา

1.3 ชนิดของแป้งสาลี

1. แป้งสาลีทำขนมปัง Bread flour ทำจากแป้งสาลีอย่างหนัก มีโปรตีนสูง แป้งชนิดนี้หยาบกว่าชนิดอื่น หนัก 112 กรัม ต่อหนึ่งถ้วย เหมาะสำหรับทำขนมปังโดยเฉพาะ เช่น แป้งสาลีตราห่าน หรือตราเหรียญทอง

2. แป้งเค้ก Cake flour ทำจากข้าวสาลีอย่างเบา มีโปรตีนต่ำ เม็ดแป้งละเอียดมากขนาดสม่ำเสมอกัน หนัก 96 กรัมต่อถ้วยตวง เช่น แป้งตราเหรียญทอง หรือแป้งตราดอกบัวแดง

3. แป้งสาลีธรรมดาหรือ แป้งสาลีอเนกประสงค์ All Purpose flour เป็นแป้งที่ใช้ทำขนมอบได้ทุกอย่าง ทำจากข้าวสาลีอย่างหนักและอย่างเบาผสมกัน หนัก 110 กรัม ต่อถ้วยตวง เช่นแป้งสาลีตราว่าว

4. แป้งสาลีทำเพสตรี Pastry flour มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างแป้งสาลีธรรมดาหรือแป้งเค้ก

5. แป้งที่ผสมผงฟู Self – rising flour เป็นแป้งที่ผสมผงฟูในอัตราส่วนที่พอเหมาะ เช่นแป้ง Multiple choice

6. แป้งเสริมวิตามิน Enriched flour คือ แป้งสาลีที่เติมวิตามินและเกลือแร่ลงไปด้วยในอัตราส่วนที่กำหนด เป็นแป้งที่นิยมในสหรัฐอเมริกา

แป้งสาลีมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีโปรตีนอยู่ 2 ชนิดเป็นองค์ประกอบคือ กลูเตนิน และไกลอะดิน ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะเกิดสารที่เรียกว่า กลูเตน มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ ซึ่งทำให้เกิดโครงร่างแบบฟองน้ำทำให้สามารถเก็บก๊าซได้

แป้งสาลีได้จากการนำข้าวสาลีโม่และทำเป็นแป้งสาลีแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามความแข็งและสีของเมล็ดข้าว คือ ข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard Wheat) และข้าวสาลีชนิดอ่อน (Solt Wheat) ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งมีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง โปรตีนชนิดนี้มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสมและการหมัก อุณหภูมิและเครื่องผสม มีคุณสมบัติการอุ้มก๊าซจะส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตร และเนื้อสัมผัสที่ดีก้อนโต ที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย

ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำไปโม่จะได้แป้งสาลี ชนิดอ่อน ซึ่งมีโปรตีนสูงสามารถให้การดูดน้ำต่ำกว่าแป้งสาลีชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักต่ำ ไม่เหมาะที่จะทำขนมปังเนื่องจากไม่สามารถผสมให้เป็นก้อนแข็งได้ แต่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์พวก เค้ก คุกกี้ แป้ง

แป้งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญในพืชส่วนใหญ่ มักพบอยู่ในส่วนของราก หัว เมล็ด ต้นและผลบางชนิด

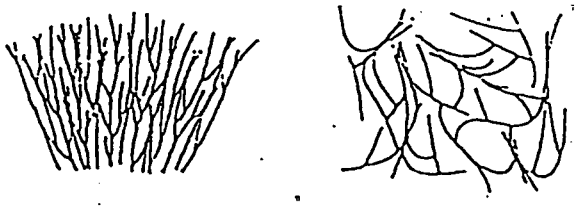
ในทางเคมีแป้งมีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ชนิด คือ อะมิโลส และ อะมิโลเพคติน โดยแป้งแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของอะมิโลสกับอะมิโลเพคตินแตกต่างกันไป แป้งทั่วไปจะมีปริมาณของอะมิโลเพคตินมากกว่าอะมิโลส

เม็ดแป้งในธรรมชาติจะมีความหนาแน่นสูง แป้งจึงทนต่อการกระทำจากแรงกลได้ และแป้งไม่ละลายในน้ำเย็น แต่สามารถดูดซึมน้ำและเกิดการพองตัวไป และการพองตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดหนึ่ง เม็ดแป้งจะแตกแล้วให้ลักษณะเหนียวข้น

1.4 การพองตัวของเม็ดแป้ง (Swelling of the starch granule)

การเกิดเจลาติไนเซชั่น โมเลกุลของแป้งมีหมู่ที่ชอบน้ำอยู่ ดังนั้นจึงรับน้ำเข้าไว้ในโมเลกุลได้ตามสัดส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ ซึ่งภายใต้สภาวะปกติแป้งจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 12 – 14 แต่เมื่อเติมน้ำลงไป น้ำจะซึมผ่านเข้าไปในเม็ดแป้งโดยไม่รบกวนไมเซลล์และปริมาณน้ำที่เม็ดแป้งรับได้สูงสุดจะประมาณร้อยละ 30 การพองตัวของแป้งนี้จะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลจนกระทั่งของผสมนั้นได้รับความร้อนสูงพอที่จะทำลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล จากนั้นเมล็ดแป้งจึงจะแสดงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏให้เห็นชัดอุณหภูมิที่เม็ดแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า ช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่น (gelatinization temperature range) ซึ่งปกติอยู่ในช่วง 60 – 70 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งโมเลกุลที่มีขนาดเล็กกว่าและละลายน้ำได้มากกว่าก็จะละลายออกมาภายนอกเม็ดแป้ง ทำให้ของเหลวหรือ ตัวกลางที่ล้อมรอบเม็ดแป้งนั้นแสดงสีกับไอโอดีนได้ อย่างไรก็ดีในช่วงนี้เม็ดแป้งยังคงสภาพอยู่โดยไม่แตกออก โมเลกุลของแป้งก็จะรวมเข้ากับตัวกลางที่ล้อมรอบอยู่ทำให้เกิดลักษณะของเหลวของแป้ง (Starch paste)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเม็ดแป้ง
ก. ก่อนการพองตัว ข. เมื่อพองตัว
ที่มา : Chyarley (1982)

การเกิดเจล เมื่อตั้งของผสมของแป้งซึ่งเป็นของเหลวข้นไว้โดยไม่มีการกวน จะเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลของแป้งสร้างร่างแหสามมิติขึ้นดังรูป โดยเฉพาะอย่างยิ่งโมเลกุลของอะมิโลส ซึ่งโมเลกุลระหว่างนี้จะมีแรงดูดระหว่างโมเลกุลผ่านพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำไกลโคเจนเป็นคาร์โบไฮเดรตซึ่ง โครงสร้างมีสาขามากจะไม่เกิดเจล โมเลกุลของอะมิโลเพคทินจะเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ยาก ยกเว้นเมื่อแป้งมีความเข้มข้น เกินร้อยละ 30 จึงจะทำให้โมเลกุลซึ่งมีสาขาของอะมิโลเพคทินนั้นรวมยึดเข้าด้วยกันได้ แต่แป้งโดยทั่วไปที่เมื่ออะมิโลสอยู่ก็จะสามารถเกิดเจลได้ดีแม้ที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ

ตารางที่ 2 อุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่นของแป้งชนิดต่าง ๆ

ชนิดแป้ง	ปริมาณอะมิโลส (%)	อุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่น (^{0}ซ)
ข้าวสาลี	26	43 - 65
ข้าวบาเลย์	22	56 - 62
ข้าวโพด	28	62 -70
ข้าวโอ๊ต	27	56 - 62
ข้าวเจ้า	18	53 - 62
ข้าวเหนียว	1	55 - 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดแป้ง	ปริมาณอะมิโลส (%)	อุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่น (^{0}ซ)
ข้าวฟ่าง	25	69 - 75
มันฝรั่ง	23	58 - 66

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hadziyev (1987)

การเกิดรีโทรเกรเดชั่น (retrogradation) การเกิดรีโทรเกรเดชั่น สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในเจลและสารแขวนลอย ซึ่งมีความข้นหนืดสูงเมื่อถูกทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว กระบวนการนี้เป็นการรวมกลุ่มโมเลกุลแป้งที่แน่นมากขึ้น เกิดเป็นผลึกเล็ก ๆ และตกตะกอนทำให้สมบัติของเจลเปลี่ยนแปลงไป ปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชั่นของแป้งกับอุณหภูมิกับขนาดและรูปร่างโมเลกุลของแป้ง อุณหภูมิซึ่งเกิดรีโทรเกรเดชั่นได้อย่างรวดเร็วมากที่สุด จะเป็นอุณหภูมิช่วงประมาณ 0 องศาเซลเซียส แม้ว่าจะพบการเกิดรีโทรเกรเดชั่นบ้างที่สภาวะอุณหภูมิห้องและสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำก็ตามแต่เป็นการเกิดที่ไม่เสถียร นอกจากนี้ความเข้มข้นของแป้งและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่ด้วยก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชั่นของแป้งด้วยเช่นกัน

แป้งดัดแปร (modified starch) แป้งดัดแปรนี้เป็นแป้งที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีการทางฟิสิกส์ และเคมีให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การใช้ประโยชน์ของแป้งดัดแปร

ชนิดของแป้งดัดแปร	การใช้ประโยชน์ในอาหาร
แป้งพรีเจลาติไนซ์	ผลิตภัณฑ์ขนมอบ น้ำสลัด
แป้งในรูปแป้งน้ำใส	ใช้เคลือบอาหาร
แป้งที่มีพันธะระหว่างโมเลกุล	ซอส ผลไม้กระป๋อง ซุป น้ำสลัด
	ผลิตภัณฑ์ครีมสำหรับป้ายแซนวิช
แป้งในรูปไฮดรอกซีโพรพิลอีเทอร์	การใช้ประโยชน์ในอาหาร
แป้งในรูปคาร์บอกซิเมทิลอีเทอร์	อาหารกระป๋อง
แป้งในรูปเอสเทอร์ของกรดอะซีติก	ใช้ช่วยคงสภาพอิมัลชั่น
	อาหารกระป๋อง อาหารเด็กอ่อน

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hadziyev (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งพรีเจลาติไนซ์ (Pregelatinized starch) การให้ความร้อนกับของผสมระหว่างแป้งกับน้ำที่อุณหภูมิการเกิดเจลติไนเซชั่นของแป้ง แล้วทำให้แห้งจะได้แป้งที่มีคุณสมบัติละลายในน้ำเย็นได้ แป้งนี้เรียกว่า แป้งพรีเจลาติไนซ์

แป้งในรูปน้ำแป้งใส (thin – boiling starch) เป็นแป้งที่ผ่านการย่อยสลายบางส่วนด้วยกรด ทำให้มีคุณสมบัติที่ไม่ละลายได้ง่ายในน้ำเย็น แต่ละลายได้ในน้ำเดือด แล้วสารละลายที่ได้นั้นจะมีความหนืดต่ำกว่าแห้งที่ไม่ดัดแปร (unmodified starch) นอกจากนี้มันจะคงเป็นของเหลวหลังจากการทำให้เย็น

แป้งในรูปอีเทอร์ (starch ether) เมื่อนำสารแขวนลอยของแป้งที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 – 40 มาทำปฏิกิริยากับเอทิลีนออกไซค์หรือโพรพิลีนออกไซค์. ในสภาวะที่มีไฮดรอกไซค์ของด่างจะได้ผลิตผลเป็นแป้งที่อยู่ในรูปของอีเทอร์คือ อนุพันธ์ไฮดรอกซีเอธิลหรือไฮดรอกซีโพร์พิล เมื่อแป้งทำปฏิกิริยากับกรดโมโนคลอไรค์อะซีติกในสารละลายด่าง แล้วจะทำให้เกิดเป็นอนุพันธ์คาร์บอนซีเมทิล ซึ่งเป็นแป้งในรูปของอีเทอร์ และแป้งซึ่งเป็นผลิตผลจากสมการนี้จะมีสมบัติซึ่งพองตัวได้ในน้ำเย็นและเอทิลแอลกฮอล์

แป้งในรูปเอสเทอร์ (starch ester) แป้งชนิดนี้ที่สำคัญ ได้แก่ แป้งในรูปของโมโนฟอสเฟตเอสเทอร์ ซึ่งผลิตขึ้นจากการให้ความร้อนกับแป้งและแอลาไลน์ ออริโทฟอสเฟต หรือเอสเทอร์ของกรดอินทรีย์ด้วย เช่น เอสเทอร์ของกรดอะซีติก กรดไขมันโซ่ยาว (จำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากับ 6 – 26) กรดซันซินิก และ กรดซิตริก เป็นต้น ซึ่งเตรียมได้จากการให้ความร้อนกับแป้งและกรดอิสระหรือเกลือของกรด ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แป้งซึ่งมีสมบัติในการเกิดความหนืดและใสดีกว่าที่ได้จากแป้งธรรมชาติ

แป้งที่มีพันธะระหว่างโมเลกุล (cross – linked starch) แป้งชนิดนี้ส่วนใหญ่จะนำแห้งที่เป็นเอสเทอร์มาทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์หรือเมตตาฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ หรืออาจจะนำแห้งในรูปอีเทอร์มากทำปฏิกิริยากับอิฟีคลอโรไฮดริน ก็จะได้แป้งซึ่งมีพันธะเชื่อมระหว่างโมเลกุลขึ้น พันธะนี้จะขึ้นอยู่กับหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งมีอยู่ในแป้งนั้น ถ้าแป้งที่ได้จากปฏิกิริยานี้ยิ่งมีพันธะยึดระหว่างโมเลกุลมาก ก็จะยิ่งทำให้แป้งนั้นอุ้มน้ำหรือเพิ่มการพองตัวได้ยากขึ้น และอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนเซชั่นของเม็ดแป้งก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น การสร้างพันธะเชื่อมระหว่างโมเลกุลของแป้งเพียงอย่างเดียวจะไม่ช่วยป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชั่นโดยเฉพาะระหว่างการแช่เยือกแข็ง ดังนั้นจึงมักนำแป้งที่ทำให้เป็นเอสเทอร์หรืออีเทอร์แล้วมาร่วมกับการสร้างพันธะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมระหว่างโมเลกุล เพื่อให้ได้แป้งซึ่งให้ความหนืดโดยไม่เกิดเจล และป้องกันการเกิดปฏิกิริยารีโทรเกรเดชั่นได้

แป้งที่ผ่านออกซิเดชั่น (Oxidized starch) แป้งชนิดนี้ได้จากการใช้แป้งทำปฏิกิริยากับโซเดี่ยวไฮโปคลอไรค์ที่อุณหภูมิต่ำกว่าช่วยอุณหภูมิของการเกิดเจลาติไนเซชั่นของเมล็ดแป้งนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีหมู่คาร์บอกซิลเฉลี่ยหนึ่งหมู่ต่อกลูโคส 25 – 50 หน่วย แป้งชนิดนี้จะคล้ายกับแป้งในรูปน้ำแป้งใส แต่การออกซิเดชั่นจะมีการแตกของดมเลกุลค่อนข้างมากกว่าการย่อยด้วยกรดและแป้งที่ได้จากการออกซิเดชั่นนี้จะให้เจลที่นุ่มมากกว่า และไม่เกิดรีโทรเกรเดชั่น

2. น้ำ มีผลต่อคุณภาพขนมปังคือ ถ้าหากแป้งสามารถดูดซึมน้ำได้ปริมาณสูงหรือเติมน้ำได้มากทำให้ขนมปังอบไอน้ำที่มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มมีปริมาณมากขึ้น ปกติแล้วปริมาณน้ำที่สามารถผสมได้อยู่ช่วง 40-70 เปอร์เซ็นต์

นอกจากน้ำจะสำคัญในแง่ให้นำแก่โปรตีนกลูเทนเพื่อให้รับไว้ในระหว่างนวดผสมและในแง่นทำให้แป้งสตาร์ชพองตัวขึ้นใสขึ้นมาบ้างในระหว่างการอบแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นตัวทำให้สารละลาย และทำให้ยีสต์แขวนลอยอีกด้วย มักจะพูดถึงน้ำที่เติมลงไปในเนื้อแป้ง ในแง่ “การดูดซึม” ถ้ามีปริมาณโปรตีนกลูเตนสูง และคุณภาพเป็นชนิดมี “กำลัง” มากกว่า แป้งนั้นก็จะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้มากกว่า แป้งที่รับน้ำไว้ได้ในอัตราส่วนสูงสูงกว่า จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีอายุการเก็บได้นานกว่าด้วย คุณสมบัติของก้อนแป้งอาจจะมีผลจากเกลือในน้ำ น้ำที่เป็นด่างมากเกินไปจะขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในยีสต์ น้ำกระด้างที่มีแคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน จะทำให้ก้อนแป้งแน่น ส่วนน้ำอ่อนจะทำให้ก้อนแป้งโปร่งเบากว่า ผลจากเกลือจะสำคัญหรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเกลือในน้ำ และขึ้นอยู่กับสายพันธ์ของยีสต์ Saccharomyces cerevisiae ที่ใช้

น้ำเป็นส่วนผสมที่สำคัญในการทำซาลาเปา คือ น้ำซึ่งต้องเติมลงไปเพื่อให้แป้งจับตัวเป็นก้อนโดที่มีความยืดหยุ่น น้ำมีผลต่อลักษณะของซาลาเปาโดยตรง กล่าวคือ ถ้าไม่ใส่น้ำในส่วนผสมหรือใส่น้อยไปโครงร่างของซาลาไม่แข็งแรง จะร่วนและโปร่ง ทำให้ซาลาเปาแข็งและขาดง่าย แต่ถ้าใส่น้ำมากเกินไปโดจะแฉะเหนียวติดมือ ดังนั้นปริมาณน้ำที่เติมลงในส่วนผสมควรจะมีความเหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปจะเติมน้ำ 30 – 4 0 % นอกจากนั้นคุณภาพของน้ำที่ใช้ก็มีความสำคัญต่อลักษณะของโดเช่นกัน เนื่องจากน้ำมีองค์ประกอบของแร่ธาตุ และสารอื่นปนมาก โดยเฉพาะแร่ธาตุแคลเซียม เหล็ก และแมกนีเซียม จะมีผลให้การดูดซึมของน้ำของแป้งไม่สม่ำเสมอมีโครงร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโดไม่เนียน จึงได้ซาลาเปาที่ไม่ดี นอกจากนี้เกลือของเหล็ก และทองแดงอาจจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เกิดสีน้ำตาล และมีกลิ่นหืนเมื่อเก็บรักษาซาลาเปาไว้นาน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค น้ำที่เหมาะสมในการทำซาลาเปาที่ดี จึงควรเป็นน้ำอ่อนมีแร่ธาตุและสารอื่นเจือปนในปริมาณต่ำ แต่ถ้าน้ำอ่อนไปไม่มีอะไรเจือปนเลยก็จะไม่ดี เพราะจะทำให้โดแฉะมีความยืดหยุ่นตัวน้อยกว่าน้ำอ่อนที่เหมาะสม

หน้าที่ของน้ำ

1. ทำให้เกิดกลูเตน
2. น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด
3. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด
4. ช่วยละลายส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. ช่วยให้ Strach เปียกและเกิดการพองตัวทำให้ย่อยง่าย
6. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
7. ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน
8. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

3. ยีสต์ ช่วยทำให้ขนมปังขึ้นฟู เนื่องจากยีสต์ย่อยสลายแป้งและน้ำตาลในแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และนอกจากนี้ยังปล่อยสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ออกมาด้วย เช่น แอลกฮอล์ อัลดีไฮด์คีโตน และเอสเทอร์ ซึ่งเป็นตัวการทำให้ขนมปังอบไอน้ำมีกลิ่นรสเฉพาะ

ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตขนมปังอบไอน้ำมี 3 รูปแบบ ยีสต์สดที่อัดเป็นก้อน (compressed yeast) ยีสต์แห้งอัดเม็ด (active dry yeast) และยีสต์ผงสำเร็จรูป (instant active dry yeast) ยีสต์สดเป็นยีสต์ที่ยังใหม่และมีความแข็งแรงดี ราคาถูกสามารถนำมาใช้ได้เลยไม่ต้องผ่านการแช่น้ำอุ่นแต่มีอายุค่อนข้างสั้น และการเก็บรักษายุ่งยาก ต้องเก็บรักษาไว้ที่ 0-5 องศาเซลเซียส ส่วนยีสต์แห้งอัดเม็ดและยีสต์ผงสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ สำหรับยีสต์อัดเม็ดต้องผ่านการนมาแช่น้ำก่อนนำมาผสมขนมปังที่ได้ปริมาณแก๊สไม่มากเท่ากับการใช้ยีสต์สดต้องใช้เวลาในการทิ้งไว้ให้ขึ้น (proof) นานกว่าปกติเล็กน้อย ยีสต์สดโดยปกติใช้ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ของแป้ง แต่ถ้ายีสต์แห้งอัดเม็ดและยีสต์ผงใช้เพียง 45 และ 35 เปอร์เซ็นต์ของยีสต์ของน้ำแป้ง แต่ถ้าเป็นยีสต์แห้งอัดเม็ดและยีสต์ผงใช้เพียง 45 และ 35 เปอร์เซ็นต์ของยีสต์สดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยีสต์ที่ใช้เป็นพันธุ์ Saccharomyces cerevisiae ในเมืองไทยนิยมใช้ยีสต์ชนิดแห้งซึ่งจะมีของแข็งอยู่ 92 เปอร์เซ็นต์ในบางประเทศมีการใช้ยีสต์ชนิดอัดเป็นก้อน ซึ่งจะมีของแข็งอยู่เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ หน้าที่ของยีสต์คือช่วยทำให้อาหารขึ้นฟู ช่วยทำให้เกิดรสชาติในอาหารนั้นและช่วยในด้านการเปลี่ยนรูปร่างและความหนืดของก้อนแป้ง

ยีสต์เป็นพืชชนิดหนึ่งเล็กจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นมีปลิวอยู่ทั่วไปในอากาศ ยีสต์จะเจริญงอกงามได้ดีเมื่อมีอาหาร คือ แป้งและน้ำตาลกับมีความชื้นและอุณหภูมิพอเหมาะ อยู่ในช่วงนี้คือ 85 – 110 องศาฟาเรนไฮต์ หรือเท่ากับอุณหภูมิของร่างกายคน เมื่ออยู่ในภาวะที่เหมาะสมยีสต์จะขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วและผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับแอลกอฮอล์ เมื่อนำแป้งที่หมักยีสต์ไว้ไปอบให้ร้อนยีสต์จะตายหมด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขยายตัว ทำให้ขนมฟูขึ้นอีกเล็กน้อยแล้วระเหยหายไป หากหมักไว้นานเกินควร แอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนเป็นกรดน้ำส้ม ทำให้แป้งเปรี้ยว แป้งสาลีที่ใช้หมักกับยีสต์ต้องเป็นแป้งสาลีชนิดโปรตีนสูง ยีสต์ที่ใช้กันมีอยู่ 2 ชนิด คือ ยีสต์ธรรมชาติกับยีสต์ที่นักวิทยาศาสตร์เพาะเลี้ยงขึ้น ซึ่งมีทั้งชนิดแห้งและชนิดสด

3.1 ยีสต์ธรรมชาติ ยีสต์มีอยู่ทั่วไปในอากาศเมื่อมีอาหารที่เหมาะสม ยีสต์จะกินอาหารนั้นแล้วขยายพันธุ์เจริญขึ้นโดยรวดเร็วสามารถผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ตามต้องการ การทำขนมบางอย่างของไทย เช่น ขนมตาล เป็นการดักเอายีสต์ตามธรรมชาติมาใช้ เนื้อขนมขึ้นเนื่องจากยีสต์ธรรมชาติจากอากาศเจริญเติบโตและสร้างแก๊สขึ้นภายในเนื้อขนม นอกจากการจับยีสต์ธรรมชาติจากอากาศมาใช้ทันทีแล้วยังมีการดัดแปลงยีสต์ธรรมชาติมาเลี้ยงไว้ในเชื้อหมัก เพื่อใช้ทำอาหารได้ด้วย

3.2 ยีสต์แห้ง เป็นเชื้อยีสต์ที่เพาะขึ้นแล้วทำให้แห้งทั้งหมดมี 2 ชนิด

3.2.1 ชนิดก้อน เพาะเชื้อยีสต์ผสมกับแป้งข้าวโพด ทำให้แห้งเป็นก้อน ยีสต์ชนิดนี้ไม่สะดวกในการใช้จึงไม่นิยมกัน

3.2.2 ชนิดผง ชนิดนี้ทำให้เป็นเม็ดละเอียดมีผู้นิยมมาก เพราะใช้สะดวก เก็บรักษาง่าย แต่ควรเก็บในที่เย็น มีทั้งกระป๋อง บรรจุห่อ ซอง

3.3 ยีสต์สด เป็นยีสต์ที่เพาะแล้วผสมกับแป้งเปียก ใช้สะดวกได้ผลดีแต่ต้องเก็บในตู้เย็น ยีสต์สดที่ดีต้องมีสีครีม ขยี้ให้แตกร่วนได้ง่าย ถ้ามีจุดดำแสดงว่าไม่เหมาะที่จะใช้ เพราะยีสต์ในบางส่วนตายแล้ว

ยีสต์มีผลต่อกระบวนการหมักโด 3 ประการ คือ

1. ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์มีผลทำให้โดของตัวฟูขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำให้โดมีลักษณะยืดหยุ่นตัวดีอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นไว้ได้
3. ให้กลิ่นรสเฉพาะ เนื่องจากยีสต์ทำให้เกิดกรดและสารอื่น ๆ ด้วยการย่อยสลายน้ำตาลชั้นเดียวหลายชนิดรวม ๆ กัน รวมทั้งกลิ่นจากยีสต์

4. น้ำตาล หน้าที่ของน้ำตาลในขนมปังอบไอน้ำ คือ เป็นแห่งของคาร์โบไฮเดรตสำหรับยีสต์เป็นสารให้ความหวาน ช่วยปรับปรุงปริมาตรและเนื้อสัมผัส โดยทั่วไปแล้วใช้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

ดังได้กล่าวไว้แล้วว่า น้ำตาลที่เติมลงไปในก้อนแป้งจะเป็นตัวให้เอนไซม์ย่อม (substrate) ในขบวนการหมัก แต่ถ้าใช้ในปริมาณสูงกลับจะไปขัดขวางขบวนการนี้ด้วยผลออสโมติคต่อเซลล์ยีสต์ ผลในทางขัดขวางดังกล่าวนี้จำต้องนำมาพิจารณาในการทำก้อนแป้งชนิดหวานที่มีความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเป็นสองหรือสามเท่าของที่ใช้ในก้อนขนมปัง

เนื่องจากทั้งเซลล์ยีสต์และโปรตีนจากแป้งสาลีต่างก็จำเป็นต้องใช้น้ำ ดังนั้นน้ำตาลจึงมีผลต่ออัตราเร็วในการรับน้ำของโปรตีนกลูเตน ซึ่งเรื่องนี้สำคัญมาเฉพาะในก้อนแป้งที่ใช้น้ำตาลสูงเท่านั้น

การที่น้ำตาลซูโครสที่เติมลงในก้อนแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโทส จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารอบนั้น สามารถกักความชื้นไว้ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำตาลฟรุคโทสดูดซึมความชื้นได้ดีมากนั่นเอง นอกจากนี้น้ำตาลเฮกโซสยังทำให้กะโหลกขนมเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (carbony1 – amine browning) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเหล่านี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าได้เติมซูโครสลงไปมากเกินพอสำหรับขบวนการหมักมากน้อยเพียงใด ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากก้อนแป้งชนิดหวานจะกักความชื้นไว้ได้นานกว่าขนมปัง เพราะน้ำตาลซูโครสมากกว่า จึงมีน้ำตาลฟรุคโทสเหลืออยู่มากกว่าด้วย นอกจากนี้ในระยะท้ายของการอบ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จึงยังมีลักษณะชื้น ทั้งนี้ เพราะอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น จะทำให้โอกาสที่จะอบจนไหม้มีน้อยลง สารให้รสชาติที่ระเหยได้ก็จะถูกกักไว้ ได้ดีกว่าด้วยเหตุผลเดียวกัน รสหวานของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับน้ำตาลฟรุคโทสที่ได้จากการสลายตัวของซูโครส มากกว่าได้จากตัวซูโครสเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในประเภทอาหารคาร์โบไฮเดรต

ประเภทของน้ำตาล

4.1 น้ำตาลชั้นเดียว (Mono – Saccharides) คือน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดี ร่างกายดูดซึมไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องย่อย มีมากในผัก ผลไม้ทุกชนิด มันปนอยู่กับน้ำตาลชนิดอื่น รวมทั้งแป้งนอกจากนี้จะมีในน้ำผึ้ง และการผลิตได้จากวิธี hydrolysis ของน้ำตาลชั้นเดียวและแป้ง มักจะได้จากแป้งข้าวโพดบางชนิดไม่มีอยู่ในธรรมชาติ

4.2 น้ำตาลสองชั้น (Di – saccharides) เป็นน้ำตาลที่ได้จากพืช และสัตว์โดยผ่านกรรมวิธีตามธรรมชาติ หรือความร้อน หรือโดยวิธีทางเคมี ได้แก่ น้ำตาลซูโครส จากผักและผลไม้ เช่น น้ำผึ้ง น้ำตาลจากอ้อย

4.3 น้ำตาลสามชั้น (Tri – saccharude) ประกอบด้วยแป้ง และเซลลูโลส ซึ่งเป็นโครงสร้างของพืชรวมทั้งไกลโคเจน ซึ่งเก็บไว้ที่ต้นน้ำตาลเชิงซ้อน ถ้าย่อยได้จะสลายตัวให้น้ำตาลสองชั้น 2 โมเลกุล

น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลที่เป็นน้ำตาลซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.5 % น้ำตาลทรายมีชื่อทางเคมีว่า ซูโครส ไม่ว่าจะได้จากอ้อยหรือหัวบีท ก็ตาม อ้อยเป็นพืชเมืองร้อน ส่วนบีทเจริญได้ดีในอากาศอบอุ่น น้ำตาลทรายที่ผลิตในเมืองไทยนั้นทำจากอ้อย น้ำตาลที่ใช้กันมากคือ น้ำตาลทราย มีทั้งชนิดบริสุทธิ์ฟอกขาวทั้งเกล็ดใหญ่เล็กมีสีนวลซึ่งก็ใช้ได้ดีเท่ากัน แต่ราคาต่างกันเล็กน้อย น้ำตาลทรายแบ่งได้ดังนี้

น้ำตาลดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล เป็นน้ำตาลที่มีกลิ่นหอม มีวิตามิน และเกลือแร่ประกอบอยู่บ้าง แบ่งเป็น

1. น้ำตาลทรายแดง (Brorn Sugar) คือ น้ำตาลดิบที่มีสีน้ำตาลค่อนข้างแดง ถ้ามีสารอื่นปนอยู่มาก สีของน้ำตาลทรายแดงจะมีตั้งแต่เกือบขาวจนกระทั่งสีน้ำตาลเหมือนกาแฟดั่ว สีแก่อ่อนนี้จะขึ้นอยู่กับขบวนการทำให้บริสุทธิ์ หรือขึ้นอยู่กับปริมาณของกากน้ำตาลที่เหลือติดค้างอยู่ที่ผลึกน้ำตาล

2. น้ำตาลทรายขาว (Sugar can) เนื่องจากน้ำตาลดิบที่มีสีนั้นไม่เป็นที่นิยมใช้ ของผู้บริโภค นิยมใช้น้ำตาลขาวสะอาด จึงต้องมีกรรมวิธีผลิตให้น้ำตาลขาวบริสุทธิ์ โดยการล้างฟอกสีและละลายน้ำใหม่แล้วทำให้ตกผลึกอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. น้ำตาลผง (Powdered Sugar or Confectioner Sugar) ได้จากการบดน้ำตาลทรายขาวขนาดธรรมดาให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดเล็กตามต้องการ แล้วเติมแป้งข้าวโพดลงไปร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการเกาะกันเป็นก้อนน้ำตาล เหมาะสำหรับแต่งหน้าขนมและทำไส้ครีม

4. น้ำตาลก้อน (Cube Sugar) ทำจากน้ำตาลทรายขาวที่ยังชื้น นำมาอัดเป็นแผ่นในพิมพ์ แล้วทำให้แห้ง ใช้เติมในเครื่องดื่มประเภทน้ำชา กาแฟ

คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน นอกเหนือจากพลังงานแล้ว น้ำตาลทรายไม่ให้สารอาหารอื่น ๆ นอกจากน้ำตาลทรายแดงที่มีเหล็ก และมีแคลเซียมอยู่บ้าง

หน้าที่ของน้ำตาล

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3. ช่วยทำให้เนื้อขนมดีขึ้น
4. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
5. ทำให้เปลือกนอกของขนมผลิตภัณฑ์มีสีดีขึ้น
6. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

5. เกลือ หากใช้ในปริมาณที่เหมาะสมประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้กลูเตนที่แข็งแรงมีรสชาติดีขึ้น แต่มีข้อเสีย คือ เกลือไปยับยั้งกิจกรรมของยีสต์ เนื่องจากการเพิ่มแรงดันออสโมติก และหากใช้ในปริมาณที่สูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์แล้วทำให้ผิวขนมปังเกิดเป็นหลุม ไม่เรียบได้

ดังได้เคยกล่าวมาแล้วว่า เกลือโซเดียมคลอไรด์ ทำหน้าที่ควบคุมขบวนการหมักโดยให้ผลทางออสโมติคแก่เซลล์ยีสต์ ในก้อนแป้งทำขนมปัง แม้ว่าเกลือที่ใช้จะอยู่ในระดับต่ำ แต่ผลทางออสโมติคของมันนั้นมีมากกว่าน้ำตาลซูโครส เพราะว่าเกลือมีผลต่อน้ำหนักหนึ่งหน่วยแรงกว่าถ้าใช้เกลือมากเกินไปอาจจะไปขัดขวางมิให้เกิดขบวนการหมักในเวลาที่เหมาะสม ถ้าไม่ใส่เกลือในก้อนแป้งเลยจะทำให้ขบวนการหมักเป็นไปอย่างรวดเร็วเกินไป เป็นผลให้รสชาติจืดชืดและเนื้อหยาบผลอีกทางหนึ่งก็คือทำให้กลูเตนมีลักษณะแข็งแน่น ซึ่งกลไกดังกล่าว ยังไม่เป็นที่เข้าใจกันนัก

เกลือ ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นเกลือป่นละเอียด ประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ 99 % ส่วนที่เป็นเป็นความชื้น คลอไรด์ และซันเฟตอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47215

ชนิดของเกลือ

1. เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ โซเดียวคาร์บอเนต และคัลเซียมซัลเฟต

2. เกลือกรด (Acid Salt) ได้แก่ โซเดียวคาร์บอเนต หรือเบคกิ้งโซดา และแคลเซียมเคซิลไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟู หรือเบคกิ้งพาวเดอร์ และครีม ออฟทาร์ทาร์

3. เกลือด่าง (Basic Salt)

4. เกลือผสม (Double Salt) ได้แก่ อลัม (Alum)

เกลือที่นำมาใช้มากในการทำเบเกอรี่ ได้แก่ เกลือธรรมดา และเกลือกรด

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ทำให้อาหารมีรสดี
2. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์
3. เน้นรส กลิ่นของส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ
4. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในโดที่หมักยีสต์

เกลือที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ควรมีลักษณะดังนี้ (จิตธนา , 2523)

1. ละลายน้ำได้ดี
2. น้ำเกลือควรใสสะอาด ถ้าขุ่นแสดงว่ามีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่
3. ไม่เป็นก้อน
4. ควรเป็นเกลือบริสุทธิ์
5. ไม่มีรสขมหรือเฝื่อน

6. ชอทเทนนิ่ง ช่วยทำให้ขนมปังนุ่มขึ้น ในแถบเอเชียมักใช้ไขมันจากพืชหรือสัตว์ เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันหมูเป็นต้น ปริมาณการใช้ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์แทนการใช้เนยขาว

ไขมัน และน้ำมันเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุล กับกลีเซอรอล ซึ่งกรดไขมันหนึ่งจะรวมตัวโมเลกุลของกลีเซอรอล เพื่อให้เกิดเป็นไตรกลีเซอรอล

เนยสด (Butter) ทำจากไขมันของน้ำนมวัว มีไขมันประมาณ 80 – 81 % มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหอมหวาน แต่มีค่าของความเป็นครีมต่ำ จึงตีเป็นครีมได้ไม่ดีขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เวลาผสมมักไม่ค่อยเข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนยขาว (Hydrogenated Vegetable Oil) ทำจากน้ำมันพืชที่บริสุทธิ์ปราศจากกลิ่น ไขมันพืชส่วนใหญ่จะมีสีขาว ซึ่งเราเรียกว่า เนยขาว ไม่มีกลิ่นรส เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณไขมัน 100% คุณสมบัติที่ดีของเนยขาว คือ มีค่าความเป็นครีมสูง ไขมันแข็งที่ดีควรจะมีลักษณะที่ดียืดหยุ่นได้ คือไม่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ และไม่เหลวที่อุณหภูมิสูง แต่ถ้าใช้เนยขาวอย่างเดียวจะเลี่ยนลิ้นรับประทานไม่อร่อย จึงควรผสมเนยสดเข้าด้วยกัน

ไขมันผสมหรือมาการีน (Compound Lard) ทำจากไขของพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีมหรืออาจจะไม่ใส่นม และไขสัตว์ก็ได้ เพื่อให้เหมาะสมแก่ความต้องการในด้านการลดไขมันของผู้บริโภค มาการีนมีทั้งสีขาวและสีเหลือง ในสมัยที่ขาดแคลนเนยสดได้ผลิตเนยชนิดนี้ขึ้นมาแทน โดยปรุงแต่ให้มีกลิ่น รส และรูปร่าง ลักษณะใกล้เคียงเนยสดมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เนยเทียม มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณไขมันประมาณ 80 – 85 % นิยมใช้ทำขนมปัง คุกกี้ เค้ก และผลิตภัณฑ์บางชนิดที่มีจุดละลายสูง เช่น พัฟเพสตรี โดยทั่วไปมาการีนพอจะแยกออกตามประโยชน์การใช้ดังนี้

1. มาการีนชนิดอ่อน (Table Margarine) มาการีนชนิดนี้มีความอ่อนตัว มีกลิ่นรสคล้ายเนยสด ละลายง่ายในปาก จะละลายได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ จึงต้องเก็บในตู้เย็น
2. มาการีนสำหรับทำขนมอบทั่ว ๆ ไป (Baker's margarine) มาการีนชนิดนี้ใช้เหมือนกับเนยขาว มีจุดละลายสูงและช่วยการยืดหยุ่นที่กว้าง มีเนื้อละเอียดเนียน นิยมใช้ทำเค้ก คุกกี้
3. เพสตรีมาการีน (Pastry margarine) มาการีนชนิดนี้ปกติจะผลิตออกมา 2 แบบ คือ ใช้สำหรับทำพัฟเพสตรีมาการีนและเดนิชเพสตรีมาการีน จะมีลักษณะแข็งกว่า 2 ชนิดแรก

หน้าที่ของไขมัน

1. ช่วยหล่อลื่นกลูเตนและเม็ดแป้ง ทำให้เนื้อขนมนุ่มขึ้น
2. ช่วยเก็บอากาศในระหว่างการตีเนย ทำให้ขนมมีลักษณะฟู เนื้อละเอียด
3. ช่วยให้ขนมมีความมัน เนื้อนุ่มและชุ่ม เก็บได้นานขึ้น
4. เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้ไขมันเข้ากับน้ำหรือของเหลวอื่นได้ดีขึ้น
5. ให้กลิ่นรสที่หอมหวานน่ารับประทาน โดยเฉพาะเนยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อิมัลซิไฟเออร์ ทำให้มีการเพิ่มปริมาตรให้กับขนมปัง ให้เนื้อสัมผัสดีและยืดอายุการเก็บได้นานขึ้น เพราะอิมัลซิไฟเออร์ทำให้แรงตึงผิวของน้ำต่ำลง เกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ทำให้โพรงอากาศในเนื้อขนมปังมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น และทำปฏิกริยากับอไมโลสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของขนมปังได้ ที่นิยมกัน ได้แก่ sucrose fatty acid เป็นต้น

8. สารเคมีช่วยกันขึ้นฟู สารเคมีที่ใช้ช่วยการขึ้นฟูจะสามารถผลิตแก๊สที่ทำให้ขนมขึ้นฟูได้อย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาทางเคมี มิใช่เป็นการเร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์ ส่วนใหญ่จะต้องมีความร้อนเข้าช่วยจึงจะเกิดการผลิตแก๊สได้เต็มที่ ปกติแก๊สที่ช่วยในการขึ้นฟูได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแหล่งที่ให้แก๊สนี้ปกติได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนท นอกจากนี้ก็มี แอโมเนียมไบคาร์บอเนท ซึ่งจะแตกตัวด้วยความร้อนได้ ดังนี้

$$NH_4HCO_3 \xrightarrow{\text{heat}} NH_3 + CO_2 + H_2O$$

สารนี้ช่วยในการขึ้นฟูได้ดีพอเพียง เพราะมันให้แก๊สถึงสองชนิด แต่มีการใช้สารนี้อย่างจำกัด เพราะมันจะมีตัวแอมโมเนียมไบคาร์บอเนท และ/ หรือมีแอมโมเนียที่ระเหยไปไม่หมดหลงเหลืออยู่ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติไม่ดี จึงมักใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นผิวหน้ามาก ที่ต้องอบหรือทำให้สุกด้วยอุณหภูมิสูง ภายใต้การควบคุมอย่างดีเท่านั้น เช่นใช้ในการทำคุกกี้อบที่ทำเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ ใช้ทำปาท่องโก๋ ซาลาเปาเป็นต้น

โซเดียมไบคาร์บอเนท ก็จะให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการแตกตัว แต่สารที่เหลืออยู่จะให้กลิ่นด่างที่ไม่ต้องการ ดังนั้นในทางปฏิบัติ จึงให้โซเดียมไบคาร์บอเนททำปฏิกิริยากับกรดหรือเกลือของกรด กรดจะไปทำปฏิกิริยาช่วยปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากโซเดียมไบคาร์บอเนท พร้อมกับเกิดน้ำและเกลือของกรดด้วย สารที่เหลืออยู่จะเป็นชนิดใดขึ้นกับกรดที่ใช้ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นอะไรจะมีกลิ่นดีกว่าที่ใช้เฉพาะโซเดียมไบคาร์บอเนท เพียงอย่างเดียว แม้ว่าอาจจะแยกเติมโซเดียมไบคาร์บอเนทและกรดได้ เช่นในการทำเค้กโดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนท กับ นมเปรี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ก็มักจะนิยมเติมทั้งสองไปด้วยกัน เช่น โดยการใช้ผงฟู ผงนั้นมักจะนิยมใช้เกลือกรดมากกว่าตัวกรดเอง เพราะเกลือกรดมีความคงทนมากกว่า นอกจากโซเดียมไบคาร์บอเนทและเกลือกรดแล้ว ผงฟูยังมีตัวช่วยเจือจาง มักจะเป็นแป้งสตาร์ชที่แห้งจริง ๆและบดละเอียดมาก ตัวช่วยเจือจางจะเป็นตัวควบคุมให้ผงฟูได้มาตรฐานในด้านการผลิตแก๊สคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ผงฟูจะต้องให้คาร์บอนไดออกไซด์อย่างน้อย 12 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักของมัน ผงฟูส่วนใหญ่มักจะผลิตโดยให้คาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นการเผื่อเอาไว้ นอกจากนี้แป้งสตาร์ชยังเป็นตัวช่วยป้องกันการดูดซึมความชื้นอีกด้วย

ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธาวลัย. ทฤษฎีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 . ม.ป.พ.

9. ผงฟู

ผงฟู คือ ของผสมชนิดหนึ่ง เมื่อได้รับความชื้นและความร้อน จะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ผงฟูมี 2 ชนิดคือ

9.1 ผงฟูชนิดผสมใช้เอง โดยใช้โซดากับกรด โซดาคือโซเดียมไบคาร์บอเนต โดยลำพัง แล้วโซดาไม่สารขึ้นฟูจำเป็นต้องผสมกับกรดหรือส่วนผสมที่มีความเป็นกรดอื่น ๆ ส่วนผสมในรูปของกรดอาจจะเป็นบัตเตอร์มิลค์ นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว ครีมออฟทาร์ทาร์ หรือน้ำตาลทรายแดง โกโก้ โซดาที่ใส่ในส่วนผสมเมื่อได้รับความร้อนขึ้น กรดที่มีส่วนผสมบางครั้งไม่มากพออาจจำเป็นต้องเติมส่วนผสมของผงฟูลงไปช่วยบ้าง ปกติโซดามักใส่ลงในส่วนของของแห้งจะเกิดปฏิกิริยาเมื่อเติมส่วนของของเหลวลงไปในส่วนผสม การใช้โซดากับกรดนั้นมีอัตราส่วน โซดา 1 ช้อนชา กับครีมออฟทาร์ทาร์ 2 ช้อนชา แทนผงฟู 5 ช้อนชา โซดา ½ ช้อนชา กับนมเปรี้ยว 1 ถ้วย จะมีคุณสมบัติเท่ากับผงฟูชนิดกำลังสอง 1 ช้อนชา ถ้าใช้มากเกินไปจนผสมกับกรดไม่หมด โซดาที่เหลือจะทำให้เกิดรสขมและเฝื่อน

9.2 ผงฟูสำเร็จ (Baking powder) ผงฟูสำเร็จหรือในท้องตลาดทั่วไปนิยมเรียกว่า ผงฟู ประกอบด้วยแป้งข้าวโพด โซเดียมไบคาร์บอเนต และกรด แป้งข้าวโพดช่วยไม่ให้ผงฟูขึ้นง่าย ซึ่งจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นก่อนใช้งาน ผงฟูสำเร็จมีหลายชนิดแล้วแต่ว่าจะผสมกับกรดชนิดใด คือ

9.2.1 ผงฟูชนิดทาร์เทรท (Tartrate) ผงฟูชนิดนี้ใช้กรดคือ ครีมออฟทาร์ทาร์ หรือกรด ทาร์ทาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.2 ผงฟูชนิดฟอสเฟต (Phosphate) สารเป็นกรดที่ใช้ผสม คือ แคลเซียมไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต

9.2.3 ผงฟูชนิดซัลเฟต (Sulphate) ประกอบด้วยสารที่เป็นกรด คือ โซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟต หรืออลัม

9.2.4 ผงฟูชนิดกำลังสอง (Double – Acting หรือ S.A.S. phosphate) ซึ่งผงฟูชนิดนี้ใช้สารที่เป็นกรดหลายชนิดผสมกัน

ผงฟูชนิดทาร์ทาร์ และฟอสเฟตนั้นเกิดปฏิกิริยารวดเร็วมาก เพียงได้รับความชื้นก็จะผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเป็นจำนวนมาก โดยยังมิต้องได้รับความร้อน ส่วนผงฟูชนิดซัล-เฟตเกิดปฏิกิริยาช้าที่สุด แม้ได้รับความชื้นแล้วยังจะไม่ผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จนกว่าจะได้รับความร้อน ดังนั้นจึงมีการผลิตผงฟูโดยนำกรดชนิดฟอสเฟตผสมกับซัลเฟต ซึ่งทำให้ผงฟูชนิดนี้สามารถผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเป็น 2 ระยะ ระยะแรกแก๊สเกิดขึ้นขณะผสมขนม โดยอาศัยกรดชนิดฟอสเฟต ระยะหลังเมื่อขนมได้รับความร้อนในเตาอบจะผลิตแก๊สออกมาอีกครั้งหนึ่ง โดยอาศัยกรดชนิดซัลเฟต ทำให้ขนมฟูดีขึ้น ผงฟูชนิดกำลังสองนี้ จึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย

หน้าที่ของผงฟู

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟู
2. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
3. ผลิตภัณฑ์เนื้อในเป็นรูปโปร่งน้ำย่อยจึงสัมผัสอาหารได้หมด ย่อยง่าย

2.1.2 วิธีการทำขนมปังอบไอน้ำ

1. การผสมโด (mixing of dough)

เป็นการนำส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี น้ำ และโดเป็นหัวเชื้อซึ่งเตรียมขึ้นมาใหม่ๆ จากการนำแป้ง น้ำ ยีสต์หรือผงฟูมารวมกัน อาจใช้โดเปรี้ยวที่ได้จากโดที่ใช้ในวันก่อนหน้านี้มาเก็บไว้เป็นหัวเชื้อในการผลิตคราวต่อๆไป มาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดีด้วยมือหรือเครื่องผสมความเร็วต่ำจนเกิดกลูเตนที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหมัก (fermentation)

หลังจากผสมโดเข้ากันดีแล้ว ทิ้งไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้ Lactobacaillus sp จากโดเปรี้ยวที่ใช้เป็นหัวเชื้อ หรือที่ติดมากับส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต ทำการหมักซึ่งจะทำให้ pH ของก้อนโดลดต่ำลงเหลือ 3.7-4.0

3. การทำให้เป็นกลาง (neutralization)

โดยการเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ลงไปเพื่อปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 6.4 –6.7 เพื่อทำให้ยีสต์มักต่อ เกิดเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ขนมปังขึ้นฟูและเกิดสารที่ให้กลิ่นรสเฉพาะ การปรับ pH เป็นขั้นตอนสำคัญ มีผลต่อคุณภาพของขนมปังอบไอน้ำ คือ หากใช้ปริมาณของด่างมากเกินไปจะทำให้ขนมปังที่ได้มีสีออกเหลืองหรือคล้ำ มีกลิ่นของด่าง รสชาติขมเนื่องจากปฏิกริยาการย่อยสลาย (Hydrolysis) โปรตีนมีโมเลกุลเล็กลงได้เปป-ไทด์ หากใช้น้อยเกินไป จะทำให้ขนมปังมีกลิ่นและรสชาติเปรี้ยว เนื้อแน่น

4. การปั้น (moulding)

แบ่งโดเป็นส่วนๆ ให้เท่ากันปั้นด้วยมือหรือเครื่องจักรให้เป็นก้อนกลม

5. การปล่อยให้ขึ้น (proofing)

หลังจากนั้นปั้นเป็นก้อนแล้วจะนำไปวางไว้ในตะแกรงไม้ไผ่ หรืออลูมิเนียมที่มีกรอบทรงกระบอกเตี้ยๆ ล้อมรอบ ปล่อยทิ้งไว้ภายในห้องที่ไม่มีการควบคุมใดๆ เลยนอกจากใช้ผ้าขาวบางเปียกคลุมไว้ หรือภายในห้องหรือตู้ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิไว้ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10-30 นาที ขึ้นกับแบบของขนมปังนั้นๆ เพื่อให้ยีสต์หรือผงฟูทำงานจนก้อนโดพองตัวขึ้นโดยที่ผิวหน้าของก้อนโดไม่แห้งหรือแฉะเกินไป

6. การอบไอน้ำ (steaming)

ทำได้โดยการนำตะแกรงที่มีก้อนโดที่ขึ้นดีแล้วอยู่ภายใน วางบนกะทะที่มีน้ำกำลังเดือดอย่างแรงปิดฝาให้สนิท นึ่งเป็นเวลานานประมาณ 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. แครอท

ชื่ออื่น ๆ

แครอท, ผักกาดหัว, ผักชี, หัวผักกาดแดง, โสมน้อย, ผักกาดหัวเหลือง

ชื่อสามัญ

Carrot, Beesnest Plant, Bird's-nest root, Queen Anne's

ชื่อวิทยาศาสตร์

Daucus carota, Linn Var. sativa Hoffm.

วงศ์

Apiaceae (Umbelliferae)

ลักษณะทั่วไป

ต้น : เป็นพรรณไม้ล้มลุกจะมีอายุนานประมาณ 1 – 2 ปี ลำต้นคล้ายต้นผักชี อยู่เหนือพื้นดินเล็กน้อย

ใบ : ใบจะมีลักษณะเป็นฝอย แตกออกรอบ ๆ คล้ายใบผักชี

หัว, ราก: ลักษณะของรากนั้นจะยาวเรียว จะเป็นสีส้มทั้งผิวและเนื้อซึ่งเป็น ส่วนที่ใช้สะสมอาหาร ขนาดและรูปร่างจะแตกต่างกันไปแล้วแต่พันธุ์

2.2.1 การขยายพันธุ์

โดยการใช้เมล็ดเพาะ ไม่นิยมปลูกด้วยต้นกล้า เพราะจะทำให้หัวของแครอทมีรสขม การปลูกแครอทจะต้องเตรียมดินให้หนาประมาณ 8 – 9 นิ้ว เพื่อให้รากสามารถแทงลงไปได้ และหว่านเมล็ดให้เป็นแนวลึกประมาณ ¼ นิ้ว ถึง ½ นิ้ว ระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกประมาณ 66- 75 วัน

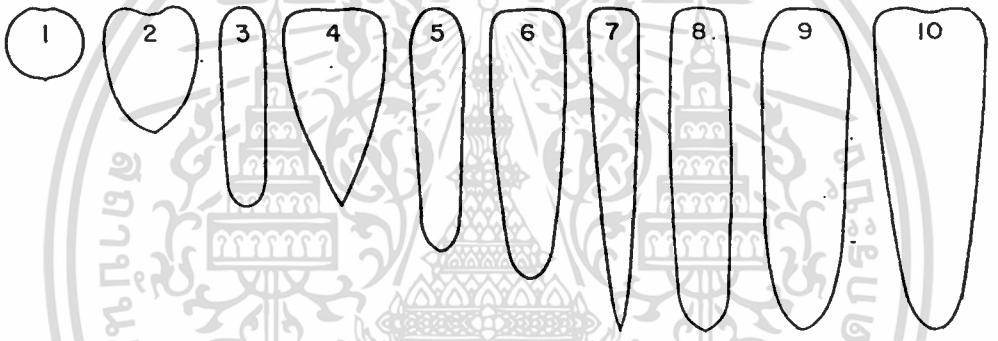
2.2.2 ลักษณะทางพฤกศาสตร์

แครอทเป็นพืช 2 ฤดู (biennial) คือปีแรกจะเจริญด้านหัวและชั้นของใบขึ้นมาก่อน หลังจากนั้นในปีที่ 2 แครอทจึงออกดอกและติดผล ความสูงของต้นแครอทประมาณ 30 – 100 เซนติเมตร (Kochhar, S.L., 1981 : 422) ลำต้นแน่น (solid stem) รากเป็นระบบรากแก้ว (swolen tap root) ดอกปกติมีสีขาวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ โดยอาศัยพวกแมลงและผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 พันธุ์

ในประเทศไทยนิยมปลูกพันธุ์ แซนทาเน่ (Chantenay) ซึ่งมีลักษณะของรากอ้วนและสั้น เมื่อรากหรือหัวแครอทโตจะมีความยาว 5 – 6 นิ้ว แล้วแต่พันธุ์ ส่วนกว้างที่สุดของรากซึ่งอยู่ชิดกับลำต้นมีขนาด 1.5 – 2 นิ้วแล้วแต่พันธุ์ รากมีสีส้มเข้ม แครอทที่มีลักษณะผอมและมีขนาดยาวได้แก่พวกเดนเวอร์ (Danver) และอินเพอเรเตอร์ (Inperator) ไม่นิยมปลูกในประเทศไทยเพราะรากมีขนาดผอมและยาวจะหักง่ายขณะทำการขนส่ง และแครอทที่มีรากขนาดเล็กมากคือมีความยาวประมาณ 6 – 8 เซนติเมตร ได้แก่พวก แนนเทส (Nantes) แครอทที่มีขนาดเล็กนี้จะเรียกอีกชื่อว่า เบบี้แครอท (Baby carrot) (สมพร ทรัพยสาร , 2534 : 1 – 2)



ภาพที่ 2 Carrot, Daucus carota, types : 1 – Parisian market; 2 – Oxheart; 3- Amsterdam forcing; 4 – Chantenay; 5 – Nantes; 6 – Danvers; 7 – Imperator; 8 - Flakkee; 9 – Berlikum; 10 – Kuroda.

ที่มา : Kochhar, S.L., 1981 : 427

2.2.4 ฤดูปลูก

เจริญได้ดีในช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย จึงมีปลูกกันมากทางภาคเหนือของประเทศไทยระหว่างเดือนตุลาคมถึงมีนาคม แครอทมีอายุการเก็บเกี่ยว 85 – 100 วัน แล้วแต่พันธุ์ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแครอททั้งหัวและลำต้นก็คือ 10 – 21 องศาเซลเซียส แครอทที่มีคุณภาพดี รากจะต้องมีลักษณะตรงไม่คดงอปลายราก ไม่แตกออกเป็นหลายแฉก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สมพร ทรัพยสาร, 2534 : 2) และได้มีรายงานจาก Kochhar, S.L. (1981 : 424) ว่า คาโรทีน (carotene) ซึ่งเป็นสารสี (pigment) ในแครอทนั้น จะสังเคราะห์ได้ดีที่อุณหภูมิ 16 – 25 องศาเซลเซียส ถ้าหัวแครอทเป็นสีส้มเข้มจะถือว่าเป็นหัวแครอทที่มีคุณภาพดี และยิ่งมีสีจัดมากขึ้นเท่าใดก็ยิ่งมีคุณค่าทางอาหารมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แครอทที่มีสีส้มจัดมาก ๆ และให้เลือกซื้อแครอทที่มีขั้วใหม่ ไม่เหี่ยว มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไป

2.2.5 ประวัติและถิ่นกำเนิด

แครอทเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดมาจากชนกลุ่มน้อยในเอเชีย (Asia Minor) ในศตวรรษที่ 10 แครอทเป็นผักที่รู้จักกันดีของชาวกรีก และโรมันมากกว่า 2,000 ปี ซึ่งชาวกรีกและโรมันนี้ได้นำแครอทมาเผยแพร่ในยุโรป ในสมัยศตวรรษที่ 11 และพระราชินีอลิซาเบธแห่งอังกฤษทรงโปรดปรานเป็นอย่างมาก ต่อจากนั้นแครอทจึงได้แพร่หลายเข้ามาในอินเดีย และจีน ช่วงประมาณศตวรรษที่ 13 – 14 และได้แพร่หลายเข้าไปในญี่ปุ่น เมื่อศตวรรษที่ 17 แต่ในปัจจุบันนี้มีปลูกกันมากในยุโรป, อเมริกาเหนือ, อเมริกาใต้และแอฟริกาจนเป็นที่นิยมรับประทานกันมากเพราะชาวตะวันตกเห็นว่าแครอทเป็นอาหารชั้นดีชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะชาวฮอลันดาหรือประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้จัดแครอทเป็น ผักประจำชาติ โดยมีประวัติศาสตร์ตอนหนึ่งว่า ในวันที่ 26 พฤษภาคม ปี ค.ศ. 1794 กองทัพของโปตุเกสได้ยกไปล้อมเมืองแห่งหนึ่ง ทหารที่รักษาเมืองได้ทำการต่อต้านอย่างเหนียวแน่น แต่เนื่องจากเสบียงในเมืองหมด ทหารเหล่านั้นจึงต้องกินแครอท หัวมัน และหัวหอมประทังชีวิต และสามารถตรึงกำลังศัตรูได้ จนกระทั่งวันที่ 3 ตุลาคมจึงมีกำลังทหารจากเมืองหลวงมาช่วยขับไล่ศัตรูออกไป เพื่อเป็นการรำลึกถึงวีรชนเหล่านั้น รัฐบาลเนเธอร์แลนด์จึงได้ประกาศให้ผักทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นผักประจำชาติ วันที่ 3 ตุลาคมของทุกปี ชาวฮอลแลนด์ทั่วประเทศจะกินผักประจำชาติเพื่อเป็นการรำลึกถึงวีรกรรมในครั้งนั้น ส่วนในประเทศจีนจะเรียกแครอทว่าโสมน้อย สำหรับชาวญี่ปุ่นจะเรียกว่า โสม สาเหตุที่เรียกเช่นนี้มีสาเหตุอยู่ 2 ประการคือ ประการแรก แครอทมีคุณค่าทางอาหารมากมาย ราคาไม่แพง นอกจากนี้ยังใช้เป็นยารักษาโรคได้ และมีรสชาติหอมหวาน ประการที่สอง หัวผักกาดแดงมีรูปร่างคล้ายโสมเกาหลี จะเห็นได้ว่าแครอทนี้เป็นที่รู้จักกันดีในต่างประเทศมานานแล้ว แต่ในประเทศไทยเพิ่งจะนิยมรับประทานและส่งเสริมให้มีการปลูกแครอทกันเมื่อ 10 กว่าปีมานี้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 สรรพคุณ

หัวแครอท : มีรสหวานเผ็ด คุณสมบัติร้อนเล็กน้อย (จัดเป็นยา) บำรุงม้าม ช่วยย่อย แก้บิดเรื้อรัง แก้ไอ (วิฑิต วัฒนาวิบูล, 2527 : 39) มีทั้งวิตามินเอ, บี$_1$, บี$_2$ และซี ทั้งยังมีสารคาโร-ทีน อยู่เป็นจำนวนมากด้วย ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการในหัวแครอทแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการของแครอท

องค์ประกอบทางเคมี	จำนวน	หน่วย
พลังงาน	23	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	0.7	กรัม
ไขมัน	0	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	5.4	กรัม
ความชื้น	90	กรัม
แคลเซียม	48	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.6	มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	95	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.06	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.05	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	8.7	มิลลิกรัม
วิตามินซี	6	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	2,000	I.U.
เบต้า – คาโรทีน	1,166	RE
ใยอาหาร	0.9	กรัม

RE ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. 2530

ที่มา : Kirk, Ronald, S., 1991 : 682 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แครอทใช้บำรุงร่างกาย ม้าม เลือด แก้ร้อนใน แก้อาการอืดอัดแน่นหน้าอกปรับการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้และใช้รักษาอาการปวดท้อง มีเลือดดั่งในศรีษะ (อดุลย์ รัตนมั่นเกษม, 2537 : 16) นอกจากนี้แล้วยังมีปริมาณของเกลือโปแตสเซียมสูง ซึ่งทำให้มีฤทธิ์ในการขับปัสสาวะและจากรายงานการวิจัยของแพทย์สมัยใหม่ แครอทยังสามารถขับปรอทในร่างกายออกมาได้ ปรอทเมื่ออยู่ในร่างกายถ้าสะสมไปมากจนถึงระดับหนึ่งจะเกิดเป็นพิษได้ จากการศึกษาพบว่าสารที่มีลักษณะคล้ายกาวในหัวแครอทจะรวมตัวกับปรอท ทำให้สามารถลดความเข้มข้นของปรอทในกระแสเลือดลงได้ วงการแพทย์เชื่อว่าผู้ที่รับปรอทเข้าไปในร่างกายมากถ้ากินแครอทเป็นประจำจะมีประโยชน์อย่างยิ่ง(วิฑิต วัฒนาวิบูล, 2527 : 39)

น้ำคั้นที่ได้จากหัวแครอท : ใช้ผสมกับมะนาวหรือน้ำมะนาวให้ใช้ทางตามบริเวณผิวหน้าเป็นยาบำรุงผิวลบรอยเหี่ยวย่นบนใบหน้า (ปิยรัตน์ จินดาธนสาร, 2541 : 14)

เมล็ด (seeds) : ที่อยู่ในหัวแครอทจะมีน้ำมันหอมระเหยอยู่หลายชนิด เช่น β- pinene, carotal, daucol, limonene, β - bi sabolene, β - elemene, cis - β - bergamotene, geraniol, geranyl acetate ซึ่งนิยมนำน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในแครอทมาแต่งกลิ่นอาหาร เครื่องดื่มที่มีและไม่มีแอลกอฮอล์ (ปิยรัตน์ จินดาธนสาร, 2541 : 16) และยังมีฤทธิ์เป็นยาขับพยาธิไส้เดือน (กรมพลศึกษา, 2527 : 6) เป็นยากระตุ้นหัวใจ (stimulant) และช่วยบรรเทาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ (Kochhar, S.L., 1981 : 242) แครอทเป็นพืชที่รับประทานหัว หรือราก เช่นเดียวกันกับผักกาดขาว หรือหัวเรดิชหัว แครอทมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและปลูกในสวนผัก มีทั้งสีแดง สีส้ม สีเหลือง เป็นต้น สามารถนำมากินเป็นอาหาร ตากแห้ง บดเป็นผง ทำเป็นอาหารกระป๋อง นอกจากนี้คนจีนยังมีการแครอทมาทำเป็นซอส (พวกซีอิ้ว) มีรสชาติ สี กลิ่นที่น่ารับประทาน และนอกจากนี้แครอทยังจัดเป็นพืชผักที่สำคัญเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วตอนต้น แครอทเป็นผักที่มีจุดเด่นกว่าผักชนิดอื่น อยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก มีปริมาณน้ำตาลมากกว่าผักชนิดอื่น ๆ มีรสหวาน กลิ่นหอม ประการที่สอง มีคาโรทีนมาก (วิฑิต วัฒนาวิบูล, 2527 : 38) ซึ่งคาโรทีนที่มีอยู่มากในแครอทนั้นจัดเป็นสารสี ชนิดหนึ่งในจำนวนเม็ดสีที่มีอยู่มากมายในธรรมชาติที่สำคัญ ที่เรียกว่าคาโรทีนอยด์ (carotenoids) ในแครอท 100 กรัม จะมีปริมาณคาโรทีน 3.62 มิลลิกรัม (วิฑิต วัฒนาวิบูล, 2527 : 39)

คาโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบ ลิปิดชนิดหนึ่งเรียกว่า เทอร์พีน (Terpene) หรืออนุพันธ์ของเทอร์พีน แต่ในกรณีที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบจะเรียกว่า เทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) (พรพรณ รัตนนาคินทร์ , 2538 : 222) คาโรทีนอยด์ เป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

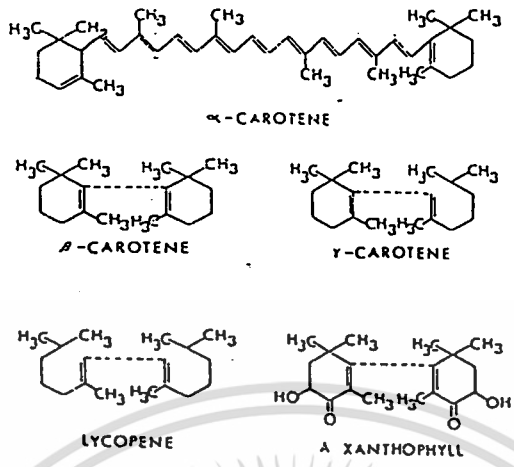
(unsaturated hydro carbon) มีคาร์บอน 14 อะตอม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2541 : 90) ถูกสร้างขึ้นจากการรวมตัวกันของหน่วยไปโซพีน (isopene unit) หลายหน่วย (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 119) ในระหว่างศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์เริ่มให้ความสนใจคาโรทีนอยด์มากขึ้น จึงเริ่มมีผู้สนใจศึกษาคาโรทีนอยด์มากขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา ในปี 1831 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ แวกเคนโรเดอร์ (Vacanroder) แยก เบต้า – คาโรทีน (β - carotene) ได้ในปี 1837 เบอร์เซลเลียส รายงานว่าเม็ดสีเหลืองในใบไม้ที่ร่วงหล่นในฤดูใบไม้ร่วงคือ คาโรทีน ชนิดลูเทอิน ในระหว่างปี 1900 และในปี 1927 นักวิจัยนำโดย สะเวตและวิลสแทตเตอร์ ค้นพบวิธีแยก คาโรทีน ไลโคปีน ลูเทอิน ฟูโคแซนธินและไบซีน (อรชุน เลียววัฒนะผล, 2529 : 15) และในปี 1930 นักวิทยาศาสตร์รู้จักเม็ดสีกลุ่มนี้เพียง 15 ชนิดและจากการที่มีเทคนิคสมัยใหม่ คือ โครมาโตกราฟีเหลวกำลังสูง (เอชพีแอลซี) ทำให้สามารถแยกเม็ดสีกลุ่มนี้ออกมาได้ถึง 600 ชนิด

คาโรทีนอยด์ มีหน้าที่สำคัญคือ ปกป้องพืช โดยเบต้า- คาโรทีนที่มีอยู่จะช่วยป้องกันกันไม่ให้พืชถูกแดดเผาไม้จนแห้งตาย เหมือนกับที่มนุษย์เมื่อถูกแสงแดดเม็ดสีเมลานินที่อยู่ในชั้นใต้ผิวหนังจะปกป้องผิวหนังทำให้เกิดผิวคล้ำ หน้าที่ของเบต้า – คาโรทีนในพืชก็เหมือนเม็ดสีเมลานินในผิวมนุษย์คือ จัดการเก็บกวาดพลังงานที่คลอดโรฟีลล์เอาไปใช้ไม่หมด ไม่เช่นนั้นพลังงานส่วนเกินดังกล่าว จะทำให้เกิดโมเลกุลที่ว่องไวมาก เรียกว่าอนุมูลออกซิเจนคู่ซึ่งจะทำลายเซลล์ของพืช (อรชุน เลียววัมนะผล, 2539 : 14)

ในคาโรทีนอยด์ 600 ชนิด ยังสามารถแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ สำคัญได้ 5 กลุ่มคือ ฟูโคแซนธิน ลูเทอิน คาโรทีน ไวโอแซนธิน และนีโอแซนธิน ฟูโคแซนธิน เป็นเม็ดสีในสาหร่ายน้ำเค็ม และสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล และสารกลุ่มคาโรทีนอยด์ที่มีในพืชเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ คาโรทีน ทั้ง 3 รูป คือ ไลโคพีน (lycopene) , เซนโทฟิลล์ (xanthophyll) จากโครงสร้างตามภาพที่ 3

คาโรทีนอยด์ เป็นสารที่ให้สีเหลืองสีส้มและสีแดง เนื่องจากช่วงดูดแสงสูงสุดมี 3 จุดซึ่งเป็นช่วงแสงสีน้ำเงินเขียว ดังนั้นจึงเห็นกลุ่มพวกคาโรทีนอยด์เป็นสีเหลือง – ส้ม สารให้สีพวกคาโรทีนอยด์นี้ จัดเป็นสารช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสดง โดยทำหน้าที่ช่วยดูดกลืนพลังงานจากแสงแล้วส่งต่อไปยังคลอโรฟิลล์ (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอกาส, 2536 : 119) คาโรทีนอยด์บางชนิด เช่น ฟัยโตฟลูอีน และนิวโรสปอรีน เกิดขึ้นเพื่อที่จะเปลี่ยนไปเป็นคาโรทีนอยด์ที่สำคัญตัวอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างของสารประกอบพวกคาโรทีนอยด์และเส้นประนั้นจะแทนโซ่คาร์บอนที่ต่อนเหมือนกับ - carotene
ที่มา : เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 120

พบคาโรทีนอยด์อยู่เป็นจำนวนมากในอาหาร แต่บางชนิดจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้น โดยเฉลี่ยแล้วจะพบอยู่ประมาณ 20-40 ชนิด แต่มีอยู่ 5 ชนิด ที่พบอยู่เป็นประจำ คือ เบต้า- คาโรทีน (พบในผักผลไม้ที่มีสีเหลือง ส้ม หรือพืชใบเดียว) ลูเทอิน (พบในผักผลไม้เช่นเดียวกับเบต้า-คาโรทีน แต่จะไม่พบในแครอทหรือน้ำมันปาล์มแดง) ไลโคพีน (พบส่วนใหญ่ในมะเขือเทศ กับผลไม้หลายชนิดเมื่อผลไม้สุก เช่น พริกขี้หนู แตงโม) และแอลฟ่า - คาโรทีน (จะพบในผักใบเขียวและจำนวนเล็กน้อยในแครอท) คาโรทีนอยด์ที่ไม่พบบ่อยได้แก่ ซีแซนธิน (พบในข้าวโพดหวานและผลไม้) และแคปแซนธิน (เม็ดสีที่ให้กับพริกหยวกและพริกต่าง ๆ และพบในกลุ่มผลไม้สีส้ม เช่น ลูกพลับ มะละกอ)

เมื่อร่างกายได้รับคาโรทีนอยด์เข้าไปจะถูกเก็บไว้หลาย ๆ แห่ง แต่ส่วนที่สำคัญที่ใช้เก็บ ก็คือ เนื้อเยื่อไขมันซึ่งจะเก็บไว้ประมาณ 80 – 85 % และที่ตับจะเก็บไว้ 8 – 12 % ส่วนกล้ามเนื้อเก็บไว้เพียง 2- 3 % ปริมาณคาโรทีนอยด์จะมากที่สุดที่คอร์ปัสลูเตียม (เป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งของรังไข่ที่ปล่อยฮอร์โมนออกมาเมื่อไข่ถูกผสม) แม้ว่าร่างกายจะเก็บคาโรทีนอยด์ ไว้ได้มากแต่มีเพียง 1 % เท่านั้นที่หมุนเวียนไปตามกระแสเลือด ระดับคาโรทีนอยด์ในกระแสเลือดจะขึ้นอยู่กับปริมาณของเม็ดสีในอาหาร หรืออาหารเสริมที่กินเข้าไปทุก ๆ วัน คาโรทีนอยด์จะถูกดูดซึมเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระแสโลหิตผ่านผนังลำไส้เล็ก และใช้ไลโพโปรตีนซึ่งเป็นตัวลำเลียงโมเลกุล ไขมันขนส่งไปทั่วร่างกายส่งไปเก็บที่เนื้อเยื่อไขมัน

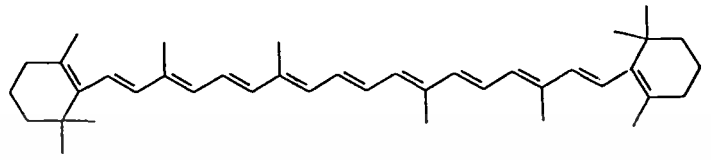
สารสีสกัดธรรมชาติที่ได้จากการสกัด (extracted) คาโรทีนอยด์ในพืช จะใช้ในการเติมใส่อาหาร อย่างเช่น แอนเนตโต (สีเหลือง) แซฟฟรอน (สีเหลือง) ปาปริกา (สีแดง) แซนโธฟิลล์ (สีเหลือง) แครอทและน้ำมันปาล์มแดง ในปี 1954 ได้มีการสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ชนิดแรกออกวางจำหน่ายในรูปของสีผสมอาหาร โดยเฉพาะเม็ดสีเบต้า – คาโรทีน และบริษัทผู้ผลิตคือ ฮอฟแมนน์ลาโรส ซึ่งทุ่มเทเวลาคิดค้นวิจัย เรื่อง คาโรทีนอยด์ ปัจจุบันนอกจากจะเป็นผู้ผลิตเบต้า-คาโรทีนสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังผลิตสารเพิ่มคุณค่าทางอาหารที่ได้มาตรฐานทางเภสัชวิทยาสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมหรือเป็นยาอีกด้วย

เบต้า-คาโรทีน และแซนโทฟิลล์ จัดเป็นสารที่เด่นที่สุดที่ให้สีเหลืองแก่ ในแครอทมีปริมาณ แอลฟ่า- คาโรทีนอยู่น้อย ส่วนมากจะเป็นเบต้า-คาโรทีน และโดยทั่วไปแล้วพืชจะไม่ต้องการใช้แสงในการสร้างสารพวกคาโรทีนอยด์ ไม่เหมือนกับพวกคลอดโรฟิลล์ คาโรทีนอยด์ในพืชนั้นจะถูกสร้างขึ้นโดยไม่แตกสลายไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นคาโรทีนอยด์จึงอยู่ในใบไม้ของพืชจนชั่วชีวิตของมัน เม็ดสีเบต้า-คาโรทีนเป็นคาโรทีนอยด์ที่สกัดได้จากผลแครอท จะให้สีส้ม หรือเหลือง ซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการให้สีกับอาหารพวกไขมันเช่น เนยแข็ง (cheese) เนยเทียม (margarine) และน้ำมันปรุงรสอาหาร ใส่เพื่อให้มีสีสันดูดสดใส นับเป็นสารที่ปลอดภัยและเป็นของธรรมชาติ ที่ใช้แทนสีเดิม คือ สีอะโซ (ได้จากน้ำมันดินจากถ่านหิน) คาโรทีนเป็นสารธรรมชาติที่ละลายในไขมันแต่มีเทคนิคหลายอย่างที่ทำให้สามารถละลายในน้ำได้ ดังนั้นจึงใช้เติมสีให้กับ น้ำผลไม้ เครื่องดื่ม เยลลี่ ซุปผง ซุปกระป๋อง น้ำเกรวี่ นมเปรี้ยว ไอศกรีม น้ำเชื่อม ขนมปัง ผลิตภัณฑ์จากไข่ และจากเนื้อ นอกจากจะเป็นสารผสมในอาหารมนุษย์แล้ว ยังเป็นสารผสมในอาหารสัตว์อีกด้วย ซึ่งจะให้สีออกเหลืองทองใช้ผสมในอาหารวัวและอาหารสัตว์ปีก เพื่อให้ผิวหนังของสัตว์ รวมทั้งไขมัน ไข่แดงและจงอยปากของสัตว์เหล่านี้มีสีเหลืองสวย นอกจากนี้แล้วยังใช้เป็นสีเคลือบเม็ดยาตั้งแต่สีเหลืองไปถึงส้มแก่ หรือใช้ในสีผสมเครื่องสำอาง โลชั่น ลิปสติกและแป้งผัดหน้าต่าง ๆ

เบต้า- คาโรทีน เป็นไอโซเมอร์ (isomer) ของคาโรทีน และเป็นสารประกอบประเภท คาโรทีนอยด์ สามารถสังเคราะห์ได้เป็นตัวแรกในขั้นอุตสาหกรรม และเป็นสารที่มีผลึกสีส้มปนแดง มีจุดหลอมเหลวทีอุณหภูมิ 183 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในเอธานอล กลีเซอรอล ละลายได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวทำละลายอินทรีย์ ไม่คงตัวต่ออากาศ แสง และอุณหภูมิสูงประมาณ 45 องศาเซลเซียส จะถูกทำลายภายใน 6 สัปดาห์ แสดงโครงสร้าง เบต้า-คาโรทีนดังภาพที่ 4

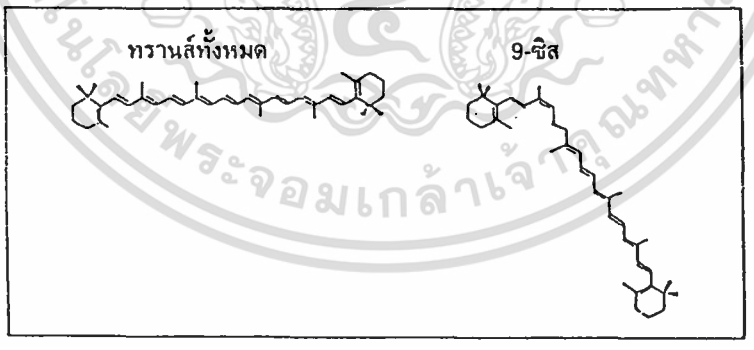


β-Carotene, $C_{40}H_{56}$, MW 536.89

ภาพที่ 4 โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีน

ที่มา : พรพรรณ รัตนนาคินทร์, 2538 : 224

โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีน จะมีสภาพเป็นไอโซเมอร์ คือ มีจำนวนอะตอมเท่ากันแต่การเรียงตัวไม่เหมือนกัน โครงสร้างของเบต้า-คาโรทีน จะมีอยู่ 2 รูปแบบที่เป็นไอโซเมอร์เรียกทรานส์ (trans) และซิส(cis) ตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของเบต้า-คาโรทีน แบบทรานส์และซิส

ที่มา : อรชุน เลียววัมนะผล, 2539 : 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่โครงสร้างแบบทรานส์จะมีรูปร่างเป็นเส้นตรง ส่วนโครงสร้างแบบซิสจะมีรูปร่างโค้ง มีกิ่งก้านสาขาแต่ความแตกต่างดังกล่าวถือว่าน้อยมาก ถึงอย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นคว้าเรื่องนี้คิดว่าอาจจะมีผลทำให้การออกฤทธิ์ของเบต้า-คาโรทีนแบบหนึ่งดีกว่าอีกแบบหนึ่งหรือบางทีถ้าทำงานร่วมกันจะได้ผลดีกว่าแบบใดแบบหนึ่งเพียงตัวเดียวก็ได้ เบต้า-คาโรทีนที่สังเคราะห์ออกเป็นอาหารเสริมและใช้เป็นยามักจะมีแต่แบบทรานส์ทั้งหมด เพราะแบบซิสเป็นแบบที่สังเคราะห์ยาก เบต้า-คาโรทีนที่อยู่ในผักผลไม้ตามธรรมชาติมักจะพบแต่แบบทรานส์และแบบซิสอยู่ด้วยกัน จากการศึกษาปี 1982 พบว่า แครอทบรรจุกระป๋องมีซิสไอโซเมอร์อยู่ถึง 20 เท่าของแครอทสด การทำผักหรือผลไม้บรรจุกระป๋องทำให้เบต้า-คาโรทีนแบบทรานส์เปลี่ยนสภาพเป็นแบบซิส จากการศึกษาในปี 1988 รายงานว่า กระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปที่ต้องใช้ความร้อนทำให้เบต้า-คาโรทีนเปลี่ยนเป็นแบบซิส ส่วนจำนวนที่เปลี่ยนไปนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของความร้อนที่ใช้ ดังนั้นจากผลการศึกษาปี 1980 ชี้ให้เห็นว่า ความร้อน กรด แสง และตัวทำละลายทำให้ไอโซเมอร์แบบหนึ่งเปลี่ยนเป็นอีกแบบหนึ่ง คือเหตุผลว่าทำไมผักผลไม้กระป๋อง จึงมีเบต้า-คาโรทีนแบบซิสมากกว่าแบบสด ๆ ตามธรรมชาติแล้วเบต้า-คาโรทีนจะมีแบบทรานส์และแบบซิสอยู่ด้วยกัน ยกเว้นแครอทและมันเทศที่จะมีแต่แบบซิส

บทบาทสำคัญของ เบต้า-คาโรทีน ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ใน แครอท (source of carotene) นั้นก็คือเป็นแหล่งวิตามินเอ (source of vitamin A) ที่สำคัญในพืชถ้าหาจากแหล่งอื่นไม่ได้แล้ว คาโรทีนอยด์ 50 ชนิดจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ แต่ เบต้าคาโรทีนจะมีคุณสมบัติดีกว่าคาโรทีนอยด์ทั้งหมด เพราะเบต้า-คาโรทีน 1 โมเลกุลจะเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอได้ 2 โมเลกุล ดังนั้นคาโรทีนจึงถือเป็นสารตั้งต้น (Precursor) ของวิตามินเอ ซึ่งถือได้ว่า เบต้า-คาโรทีนเป็นโปรวิตามินเอ (Provitamin A) คือต้องมีการเปลี่ยนแปลงในทางเดินอาหารก่อนที่ร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับ เบต้า-คาโรทีน จะถูกเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอได้ในร่างกายคนและสัตว์ โดยเอนไซม์จากตับก่อนจะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือด คาโรทีนที่มีโครงสร้างเป็น trans-isomer สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้สูงกว่า คาโรทีนที่มีโครงสร้างแบบ cis-isomer (พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, 2539 : 43) สำหรับคาโรทีนในรูปอื่น เช่น แอลฟ่า แกมม่า สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้น้อยกว่าในรูปของเบต้า ดังปรากฏในตารางที่ 2 และภาพที่ 5 ซึ่งแสดงสมรรถนะ (activity) ของคาโรทีนอยด์ ในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 สมรรถนะ (activity) ของคาโรทีนอยด์ในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ

เบต้า-คาโรทีน	100
แอลฟา – คาโรทีน	50-54
แกมมา – คาโรทีน	42-50
ไลโคพีน	inactive

ที่มา : พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล , 2539 : 43

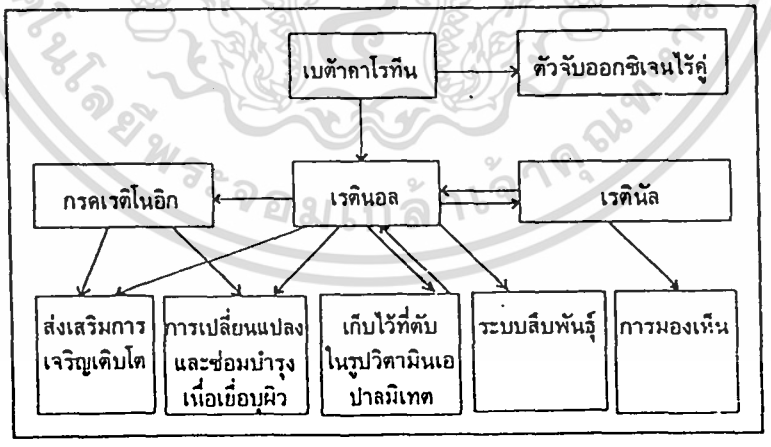
ภาพที่ 6 สมรรถนะ (activity)ของเบต้า-คาโรทีน และแอลฟา- คาโรทีนในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ
ที่มา : พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล , 2539 : 44

จึงกล่าวได้ว่าเบต้า-คาโรทีนมีคุณสมบัติเหมือนวิตามินเอ ทุกประการ แต่สิ่งที่แตกต่างกันก็คือ พิษ เพราะวิตามินเอเป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน จึงไม่ขับออกทางปัสสาวะ คือจะเก็บสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะต่าง ๆ และทำให้เกิดปัญหา ไดแก่ อาการอ่อนเปลี้ย กระวนกระวาย เบื่ออาหาร น้ำหนักลด อาเจียน มีอาการทางระบบทางเดินอาหารอื่น ๆ มีไข้ต่ำ ปัสสาวะมากผิดปกติ ตับและม้ามโต คันตามผิวหนัง ผมร่วง ริมฝีปากแตก ผิวแห้งตกสะเก็ด แต่เบต้า-คาโรทีนไม่มีปัญหาข้างเคียงที่เป็นพิษเหมือนกับวิตามินเอ เพราะ เบต้า-คาโรทีน มีกลไกเฉพาะที่ปลอดภัยสร้างขึ้นในตัวเอง ก็คือถ้าร่างกายมีระดับวิตามินเอต่ำร่างกายจะเปลี่ยนเบต้า-คาโรทีน ไปเป็นวิตามินเอเมื่อเพียงพอแล้วก็จะหยุด เบต้า-คาโรทีนที่เหลือจะเก็บไว้ในเนื้อเยื่อไขมันหรือไม่ก็ขับออกจากร่างกาย ถ้าบริโภคเบต้า-คาโรทีนมากเกินไปจะเกิดผลข้างเคียงเพียงอย่างเดียว คือเกิดภาวะคาโรที-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอยด์ในเลือดเกินเป็นภาวะที่ระดับเบต้า-คาโรทีนในเลือดสูง หรือเรียกว่าภาวะคาโรทีนอยด์เกินที่ผิวหนัง ทำให้ผิวหนังเป็นสีเหลืองอ่อน ๆ แบบตากแดดแต่ตาขาวจะไม่เหลือง ซึ่งอาการแบบนี้จะไม่มีผลต่อสุขภาพ เมื่อไหร่ที่หยุดกินเบต้า-คาโรทีน ผิวหนังก็จะกลับคืนสภาพเดิม ถ้ากินเบต้า-คาโรทีนเกินวันละ 30 มิลลิกรัม จะทำให้ผ่ามือผ่าเท้าเหลืองจนสังเกตเห็นได้ชัด จะสังเกตเห็นได้จากผิวหนังของทารกบางคนจะมีสีผิวเหลืองขาว เพราะกินอาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของแครอทบดผสมอยู่ จึงสรุปได้ว่ากินอาหารที่มีเบต้า-คาโรทีนมากเท่าไรก็ได้ตามความต้องการหรือจะกินเบต้า-คาโรทีนในรูปของอาหารเสริมโดยไม่ต้องกังวลกับภาวะวิตามินเอเกิน สำหรับประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขแนะนำให้บริโภคเบต้า-คาโรทีน 4.8 มิลลิกรัมต่อวันหรือ 2,664 IU ต่อวัน (มหาวิทยาลัยมหิดล , 2541 : 150)

วิตามินเอ (retinol) มีความสำคัญกับร่างกายของมนุษย์ คือ ส่งเสริมการทำหน้าที่ของต่อมหมวกไต และช่วยทำให้ร่ายเจริญเติบโตและสร้างกระดูกให้เด็ก ทำให้สายตามองเห็นได้ ชัดเจน ไม่เกิดโรคตาฟางในเวลากลางคืน ทั้งยังช่วยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ให้ทำงานได้ดี มีผิวผมที่แข็งแรงไม่ร่วงหรือขาดแตกปลายง่าย มีผิวพรรณสดใสไม่แห้งกร้านเป็นเกล็ด ๆ หรือมีเม็ดผื่นตามผิวหนัง (บุญเรียม ชนเมฆ, 2542 : 41) ช่วยให้เนื้อเยื่อที่บุช่องทางเดินหายใจ ลำไส้ใหญ่และกระเพาะปัสสาวะ มีสุขภาพดี สมบูรณ์แข็งแรง และช่วยควบคุมการแบ่งตัวของเซลล์จากภาพที่ 7 จะแสดงรูปแบบต่าง ๆ ของวิตามินเอ ดังนี้



ภาพที่ 7 รูปแบบต่าง ๆ ของวิตามินเอ และบทบาททางชีววิทยา

ที่มา : อรชุน เลียววัฒนะผล , 2539 : 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งวิตามินเอได้ทั้งจากคนและสัตว์ เช่นตับสัตว์ น้ำมันตับปลา ไข่แดง นม เนย หอย นางรม น้ำมันพืช และจากพืชจะพบในผักผลไม้ที่อยู่ในรูปของเบต้า-คาโรทีน เช่น ฟักทอง ส้ม มะละกอ ฝรั่ง ทุเรียน แครอท มันเทศ ผักขม ตำลึก และผักบุ้ง เป็นต้น ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตัวอย่างผักและผลไม้ที่มีเบต้า-คาโรทีน

ผักสีเหลือง/ส้ม	ผักใบเขียว	ผลไม้สีเหลือง / ส้ม
แครอท	ผักปวยเล้ง	แคนตาลูบ
มันเทศ	บร็อคโคลี	มะละกอ
ฟักทอง	กะหล่ำปลี	มะม่วง
แตงเหลือง	คะน้า	แตงโม
	ผักกาดเขียว	ส้ม
	ฯลฯ	ลูกพลับ

ที่มา : อรชุน เลียววัฒนะผล , 2539 : 28

เบต้า- คาโรทีน ที่พบส่วนใหญ่ในแครอทนอกจากจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้แล้ว ยังสามารถทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซแดนต์ (antioxidant) หรือสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกันกับวิตามินซี วิตามินอี และแร่ธาตุเซเลเนียม จากการศึกษาค้นคว้าวิจัย เชื่อกันว่าการที่แอนติออกซิแดนต์จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องทำงานร่วมกัน เพราะแต่ละตัวจะมีคุณสมบัติส่งเสริมซึ่งกันและกัน ถ้ากินอาหารที่มีแต่เบต้า- คาโรทีนแต่เพียงอย่างเดียว ร่างกายก็คงไม่ได้รับประโยชน์เต็มที่จากการทำงานของเบต้า- คาโรทีน เหมือนกับการที่ได้รับแต่เพียงวิตามินซี อี และเซเลเนียมแต่เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 สารอาหารที่เป็นแอนติออกซิแดนต์

สารอาหาร	กิจกรรม
วิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก)	เป็นแอนติออกซิแดนต์ที่ละลายในน้ำที่สำคัญในเนื้อเยื่อ โดยทำปฏิกิริยาโดยตรง กับซุปเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนไร้คู่ เปลี่ยนวิตามินที่รวมตัวกับออกซิเจนแล้วกลับเป็นวิตามินอีตามเดิม
วิตามินอี (แอลฟาโทโคฟีรอล)	เป็นแอนติออกซิแดนต์ที่ละลายในไขมันที่เกาะติดอยู่กับเยื่อหุ้มเซลล์ ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับซุปเปอร์ออกไซด์และออกซิเจนไร้คู่
เบต้า-คาโรทีน	เป็นตัวกำจัดออกซิเจนไร้คู่ที่มีประสิทธิภาพที่สุด ละลายในไขมัน มีฤทธิ์เป็นแอนติออกซิแดนต์เมื่อมีออกซิเจนน้อย
เซเลเนียม	เป็นส่วนประกอบของซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส และเซรูโลพลาสมินในเนื้อเซลล์

ที่มา : อรชุน เลียววัฒนะผล , 2539 : 171 – 172

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือ โมเลกุลที่ไม่อยู่ตัวเป็นออกซิเจนที่ไร้คู่จะอยู่ในสภาพของออกซิเจนที่มีปฏิกิริยาว่องไวเพราะว่าโมเลกุลของมันขาดอิเลคตรอนไป 1 ตัว (ปกติแล้วอิเลคตรอนในโมเลกุลของสารประกอบจะอยู่เป็นคู่) จึงพยายามไปแย่งอิเลคตรอนจากโมเลกุลอื่นทำให้เกิดปฏิกิริยาเช่นนี้ต่อเนื่องกันไปเป็นลูกโซ่ กล่าวคือ เมื่อใดที่โมเลกุลใดโมเลกุลหนึ่งเสียอิเลคตรอนไปมันก็จะขโมยอิเลคตรอนจากโมเลกุลจากโมเลกุลอื่นต่อไปและเป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ เพราะโมเลกุลขาดความสมดุลจึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการทำลายโครงสร้างของเซลล์พร้อม ๆ กับสร้างอนุมูลอิสระขึ้นมาด้วย อนุมูลอิสระนี้จะทำลายโมเลกุลของดีเอ็นเอเกิดอันตรายได้โดยปฏิกิริยาลูกโซ่ ปรากฏการณ์เช่นนี้สามารถจะส่งผลให้เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นมะเร็งและยังเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ มากมาย จากผลการวิจัยตั้งแต่ปี 1970 เป็นต้นมาจึงสรุปได้ว่า อนุมูลอิสระนอกจากจะเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งในตับ ลำไส้ใหญ่ กระเพาะอาหาร ปอด คอ กล่องเสียง และช่องปาก เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของโรคต้อหินในกระจกตา โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรอัลไซเมอร์ (สมองเสื่อม) กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หลอดเลือดแข็ง การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการฉายรังสี และโรคแก่ก่อนวัยอันควร อนุมูลอิสระนี้จะพบในอาหารและทำให้อาหารบูดเน่าเหม็นหืน เช่น เหล้า ไวน์เปรี้ยว เนยแข็งหรือเนยสดเหม็นหืน

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่า อนุมูลอิสระเป็นตัวที่สร้างอันตรายให้แก่มนุษย์ จึงจำเป็นต้องยับยั้งสารตัวนี้ ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าวิจัยพบว่า ผักผลไม้ที่มี เบต้า-เคโรทีนเป็นแหล่งสารแอนติออกซิเดนต์ ซึ่งจะช่วยกำจัดอนุมูลอิสระและออกซิเจนโมเลกุลเดี่ยว (Single oxygen) ที่อยู่ในร่างกายก่อนที่มันจะทำปฏิกิริยาทำลายส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์ หรือทำให้เซลล์ที่มีการเจริญเติบโตที่ผิดปรกติ โดยให้อิเลคตรอนแก่อนุมูลอิสระและเสื่อมสลายไปโดยไม่ทำอันตรายต่อร่างกายได้แสดงการทำงานในภาพที่ 8 ดังนี้

<u>ภาพที่ 8</u> เบต้าคาโรทีนเป็นแอนติออกซิเดนต์

ที่มา : อรชุน เฉียววัฒนะผล, 2539 : 169

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเบต้า- คาโรทีนสามารถป้องกันมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งปอด (Lung Cancer) ซึ่งผลการศึกษาระบาดวิทยาที่ผ่านมายืนยันว่า การบริโภคอาหารที่มีเบต้า-คาโรทีนสูงและระดับเบต้า-คาโรทีนในเลือดสูงมีความสำคัญกับการลดความเสี่ยงของมะเร็งปอด มากกว่าผู้ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับเบต้า-คาโรทีนในเลือดต่ำได้ถึง 2-4 เท่า (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541 : 150) และผลจากการศึกษาด้วยทุนวิจัยโรคมะเร็งแห่งโลก ได้รายงานถึงแหล่งวิตามิน แร่ธาตุ เส้นใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการลดโอกาสเสี่ยงเป็นมะเร็ง ได้แก่

เบต้า-คาโรทีน : ผักใบเขียวเข้มและเหลือง เช่น แครอท บร็อคโคลี มะเขือเทศ

วิตามินซี : ผลไม้พวกส้ม ดอกกระหล่ำ แตงโม ผักใบเขียวและเหลือง ลูกเบอรี่ และพริกเขียว

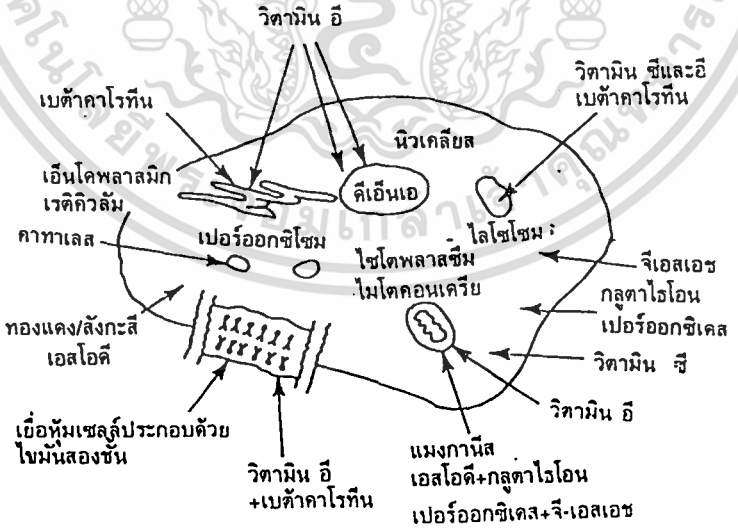
วิตามินอี : ซีเลียลทำจากโฮลเกรน จมูกข้าวสาลี ถั่วเหลือง ผักปวยเล้ง และผักใบเขียว

ธาตุเซเลเนียม : จมูกข้าวสาลี รำข้าว ปลาทูน่า ฝรั่ง กระเทียม และเห็ด

เส้นใยอาหาร : ผัก ผลไม้ ข้าวซ้อมมือ และขนมปังโฮลวีต

คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน : ขนมปัง ซีเรียล ถั่วลันเตา ถั่วแขก

เบต้า-คาโรทีนนอกจากทำหน้าที่เป็นแอนติออกซิเดนซ์แล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการทำให้ภูมิคุ้มกันอยู่ในสภาพสมบูรณ์แข็งแรงและทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง แต่กลไกของการทำงานของเบต้า-คาโรทีนยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ที่แน่นอนที่สุดคือ เบต้า-คาโรทีนช่วยป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายกับเม็ดเลือดขาวซึ่งทำหน้าที่ป้องกันร่างกายจากสิ่งแปลกปลอมที่บุกรุกเข้าสู่กระแสเลือดและเนื้อเยื่อของเรา ดังแสดงในภาพที่ 9 ดังนี้



ภาพที่ 9 การป้องกันแอนติออกซิเดนซ์ภายในเซลล์

ที่มา : อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539 : 170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี 1988 ดร.เบดิชได้ศึกษาถึงความสามารถของเบต้า-คาโรทีนในด้านระบบคุ้มกันได้ผลสรุปคือ เบต้า-คาโรทีนสามารถเพิ่มกำลังให้แก่การป้องกันร่างกายระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งคุณสมบัติเช่นนี้ก็มีในคาโรทีนอยด์อื่นๆด้วย เช่น ไบซิน แคนธาแซนธิน แอสตาแซนธิน และแอลฟา-คาโรทีน ทั้งหมดนี้เป็นแอนติออกซิเดนซ์ และการกำจัดออกซิเจนไร้คู่เช่นเดียวกัน (อรชุน เลียว-วัฒนะผล, 2539 : 175)

ตารางที่ 8 บทบาทของคาโรทีนอยด์ที่มีผลต่อการส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

คาโรทีนอยด์	ผลต่อร่างกาย
เบต้า-คาโรทีน	ป้องกันการฝ่อของต่อมธัยมัสและเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟซัยต์ลดจำนวนจากภาวะเครียด เพิ่มปฏิกริยาของร่างกายในการผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ
เบต้า-คาโรทีน และไบซิน	ส่งเสริมการถดถอยของมะเร็งที่เกิดจากไวรัส
เบต้า-คาโรทีน และแอลฟาคาโรทีน	เพิ่มจำนวนเซลล์นักฆ่าที่ทำให้เซลล์มะเร็งแตกและตาย

ที่มา : อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539 : 177-178

ปริมาณเบต้า-คาโรทีน ที่พบในอาหารเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ความสุก ห่าม งอม ละชนิดของผักและผลไม้ในกลุ่มเดียวกัน แครอทเป็นแหล่งเบต้า-คาโรทีนที่สำคัญ ในแครอทแต่ละหัวจะมีปริมาณเบต้า-คาโรทีนต่างกันออกไปบางหัวมีปริมาณมากเป็น 2 เท่า ของหัวอื่นๆ สีของแครอทจะเข้มขึ้นระหว่างฤดูกาลเพาะปลูก แครอทหัวเล็กๆ สีซีดๆจะมีปริมาณเบต้า-คาโรทีนต่ำ แครอทที่โตเต็มที่และเก็บเกี่ยวได้แล้วจะมีเบต้า-คาโรทีนอยู่ประมาณ 60 % ของเม็ดสีคาโรทีนอยด์ทั้งหมดอีก 20 % เป็นแอลฟ่า-คาโรทีน ที่เหลือเป็นไลโคปีนและสารอื่นๆคล้ายเบต้า-คาโรทีน จากการศึกษาวิจัยแครอทในมหาวิทยาลัยเฮลซิงกิเมื่อไม่นานมานี้ในประเทศฟินแลนด์ แครอทจัดเป็นพืชผักที่สำคัญที่สุดในอาหาร อัตราการบริโภคเฉลี่ยต่อคน 18.3 กรัม ดังนั้นจึงเป็นพืชผลที่สำคัญในภาคเกษตรกรรมของฟินแลนด์ สีที่สวยจะแสดงถึงคุณภาพและขายได้ราคาดี แครอทที่มีคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพจะต้องมีสีเข้มซึ่งแสดงว่ามีปริมาณเบต้า-คาโรทีนมาก มีผู้ทำการวิจัยได้ตรวจดูแครอทสายสัมพันธ์ต่างๆ 19 ชนิด แล้วพบว่า ชนิด Nantes Notabene 370 และ Nantes Fancy Notabene 405 มีปริมาณแอลฟา และเบต้า-คาโรทีนสูง พันธุ์ Norbonne, Nelson และ Nantucket มีปริมาณเบต้า-คาโรทีนสูง Berlicu R เป็นสายพันธุ์แครอทที่ใช้เลี้ยงสัตว์ก็มีปริมาณเบต้า-คาโรทีนสูงเช่นกัน ระดับเบต้า-คาโรทีนสดอยู่ระหว่าง 4,600 ไมโครกรัม ต่อ 100 กรัมถึง 10,300 ไมโครกรัมถ้าไม่นับสายพันธุ์นักวิจัยพบว่าแครอททุกชนิดหนัก 100 กรัม จะมีเบต้า-คาโรทีนเพียงพอเท่ากับวิตามินเอที่แนะนำให้กินต่อวัน ความสนใจเรื่องคุณสมบัติป้องกันมะเร็งของเบต้า-คาโรทีน ทำให้มีการศึกษาดูปริมาณคาโรทีนอยด์ในพืชผักและผลไม้ต่าง ๆ ผลการวิเคราะห์ล่าสุดพบว่า ผักสดสีเหลืองหรือสีส้มจะมีปริมาณเบต้า-คาโรทีนสูง ส่วนผักสดใบเขียวจะมีปริมาณของเบต้า-คาโรทีนสูงปานกลาง (10 – 20 %) แต่มีปริมาณลูเทอินและคาโรทีนอยด์อื่น ๆ สูงมาก (80 – 90 %) และมีการศึกษาพบว่า เบต้า-คาโรทีนจะถูกทำลายด้วยความร้อนจากตู้ไมโครเวฟเพียง 15 % เท่านั้น

สำหรับพืชผักในประเทศไทยก็มีมากมายที่มีเบต้า-คาโรทีนสูง และราคาไม่สูงนัก เช่น ใบกระเทียม ใบกะเพรา ตำลึง สะเดา สะระแหน่ คะน้า ผักกวางตุ้ง สำหรับการกินสุกจะทำให้เบต้า-คาโรทีนมากกว่าในรูปผักดิบถึง 5 เท่า ซึ่งได้มีการศึกษาเพิ่มเติมจากโครงการทดลองของสถาบัน NCI จะช่วยพิสูจน์และยืนยันว่า อาหารแต่ละชนิดสามารถป้องกันโรคมะเร็งได้ โดยเฉพาะ กระเทียม รากชะเอม ผักประเภทแครอท คื่นฉ่าย และผักตระกูลส้ม มีคุณสมบัติในการป้องกันโรคมะเร็งได้ค่อนข้างชัดเจน (สันติ ทิพยางค์, 2535 : 128)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ

1. แป้งสาลีตราบัวแดง
2. น้ำตาลทราย
3. ยีสต์
4. เนยขาว
5. เกลือป่น
6. น้ำแครอท

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ
2. เครื่องนวดแป้ง
3. เครื่องแยกกาก-น้ำไฟฟ้า

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A4
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน
3. แผ่นดิสก์

3.2 วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทดลองทำซาลาเปาน้ำแครอทจากปริมาณน้ำแครอทที่แตกต่างกันทั้ง 4 สูตร ใช้น้ำแครอท 0%, 20%, 40% และ 60% โดยน้ำหนัก (Treatments) เพื่อต้องหารศึกษาความแตกต่างระหว่างปริมาณของน้ำแครอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แตกต่างกันว่าจะมีผลต่อคุณภาพของซาลาเปาน้ำแครอทมากน้อยเพียงใด โดยทำการวิเคราะห์ทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคดังนี้

. กรรมวิธีการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 แป้งสาลีตราบัวแดง	350	กรัม
1.2 น้ำตาลทราย	50	กรัม
1.3 น้ำเปล่า	130	กรัม
1.4 น้ำแครอทเข้มข้น	32.5	กรัม
1.5 ยีสต์	7.5	กรัม
1.6 เนยชนิดจืด	40	กรัม

2. วิธีการผลิต

2.1 ผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันนวดด้วยเครื่องจนส่วนผสมเข้ากัน 15 นาที จนเนื้อเนียนละเอียดสีขาว

2.2 ตัดแป้งให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ นึ่งไฟแรงและรับประทานร้อนๆ

3. ทดลองหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตทดลองหาปริมาณน้ำแครอทที่เหมาะสมในการทำซาลาเปาน้ำแครอท โดยมาทำการทดลองใช้น้ำแครอท : น้ำเปล่า ในอัตราส่วนที่ต่างกันคือ

สูตรที่ 1 น้ำแครอทเข้มข้น 0% : น้ำเปล่า 100%

สูตรที่ 2 น้ำแครอทเข้มข้น 20% : น้ำเปล่า 80%

สูตรที่ 3 น้ำแครอทเข้มข้น 40% : น้ำเปล่า 60%

สูตรที่ 4 น้ำแครอทเข้มข้น 60% : น้ำเปล่า 80%

4. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างซาลาเปาน้ำแครอททั้ง 4 สูตร มาหาสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด โดยให้นักศึกษาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ เทคโนโลยีการผลิตพืช และอุตสาหกรรมการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 10 คน เป็นผู้ทดสอบชิมซาลาเปาน้ำแครอท ที่ผลิตจากน้ำแครอทในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 0%, 20%, 40% และ 60% โดยน้ำหนัก ทำการทดสอบชิมซาลาเปาน้ำแครอทให้คะแนนตามความชอบ (Hedonic scale) ในเรื่องสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และการยอมรับโดยรวม โดยมีช่วงการให้คะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน โดยกำหนดให้ 1 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนการยอมรับน้อยที่สุด และให้ 9 คะแนน แทนการยอมรับมากที่สุดโดยทำการทดสอบ 2 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถเขียนวิจารณ์ หรือข้อเสนอแนะ ได้ในตอนท้ายของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของซาลาเปา ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของซาลาเปาน้ำแครอท แสดงในภาคผนวก ก.

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ในการศึกษาปริมาณน้ำแครอทในผลิตภัณฑ์ซาลาเปาน้ำแครอทโดยใช้น้ำแครอทเข้มข้น ที่ได้จากการนำแครอทมาคั้นน้ำด้วยเครื่องแยกกาก-น้ำไฟฟ้า โดยน้ำแครอทที่ได้จากการคั้นไม่มีการผสมน้ำเพิ่มเติมมาทำการทดลอง โดยใช้น้ำแครอท 100 เปอร์เซ็นต์ดังที่กล่าวมาทดแทนปริมาณน้ำในสูตรซาลาเปาในอัตราส่วนต่างๆ คือ 0 เปอร์เซ็นต์ 20 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์และ 60 เปอร์เซ็นต์เพื่อหาปริมาณของน้ำแครอท ในการทำซาลาเปาน้ำแครอทที่ดีที่สุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

4.1 การศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นในการทำผลิตภัณฑ์ซาลาเปาน้ำแครอท

จากผลการศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นในการทำซาลาเปาน้ำแครอท โดยใช้ปริมาณน้ำแครอทในอัตราส่วน 0 เปอร์เซ็นต์ 20 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 60 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมโดยใช้ผู้ชิมจำนวน 10 คน ให้คะแนนแบบ 9-Hedonic scale วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 แสดงลักษณะปรากฏที่ได้จากการสังเกตของซาลาเปาน้ำแครอท

อัตราส่วนของ น้ำแครอท : น้ำเปล่า	ลักษณะปรากฏที่ได้จากการสังเกต
0 : 100	สีขาวขุ่น เนื้อแป้งนุ่ม ผิวหน้าเรียบ
20 : 80	สีเหลืองเล็กน้อย เนื้อแป้งเหนียวนุ่ม ผิวหน้าเรียบ
40 : 60	สีเหลืองอ่อน เนื้อแป้งเหนียวนุ่ม ผิวหน้าเรียบ
60 : 80	สีเหลืองเข้ม เนื้อแป้งเหนียวนุ่ม ผิวหน้าเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 9 จากการสังเกตซาลาเปาน้ำแครอทโดยพิจารณาลักษณะที่ปรากฏผลดังตารางที่9 โดยเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของน้ำแครอทเพิ่มขึ้น สีของซาลาเปาจะเข้มขึ้น ในขณะที่ลักษณะทั่วไปของผิวหน้าซาลาเปาและลักษณะของเนื้อแป้งไม่มีความแตกต่างกันโดยพบว่าซาลาเปาทุกการทดลองมีลักษณะผิวหน้าเรียบและลักษณะเนื้อแป้งก็มีลักษณะเหนียวนุ่มเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อซาลาเปาน้ำแครอท

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
A[1/]	7.0[ab2/]	7.2[a]	7.3[a]	7.0[a]	7.5[a]
B	6.7[b]	7.0[abc]	6.4[ab]	6.1[abc]	6.9[b]
C	7.5[ab]	6.1[abc]	6.5[ab]	6.6[ab]	6.6[c]
D	7.9[a]	7.1[ab]	7.0[a]	6.1[abc]	6.7[bc]

1/ = ตัวอย่าง

A = ซาลาเปาน้ำแครอทเข้มข้น 0 % : น้ำเปล่า 100%

B = ซาลาเปาน้ำแครอทเข้มข้น 20 % : น้ำเปล่า 80%

C = ซาลาเปาน้ำแครอทเข้มข้น 40 % : น้ำเปล่า 60%

D = ซาลาเปาน้ำแครอทเข้มข้น 60 % : น้ำเปล่า 40%

2/ = คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผลการทดลอง ดังตารางที่ 10 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ซาลาเปาน้ำแครอท ดังนี้

4.1.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสีของซาลาเปาน้ำแครอททั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ซาลาเปาน้ำแครอทตัวอย่าง D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุดโดย มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.9 รองลงมาคือตัวอย่าง C และ A ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.5 และ 7.0 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \geq 0.05$) ส่วนตัวอย่าง B มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้อยที่สุดเท่ากับ 6.7 ซึ่งสีของซาลาเปาน้ำแดรอทที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดจะมีสีเหลืองเข้ม โดยเป็นสีที่ได้จากน้ำแดรอทที่มีในผลิตภัณฑ์ในอัตราส่วน น้ำแดรอท 60 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำเปล่า 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอัตราส่วนของน้ำแดรอทที่มากที่สุด

4.1.2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของซาลาเปาน้ำแดรอท ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ซาลาเปาน้ำแดรอทตัวอย่าง A ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.2 รองลงมาคือตัวอย่าง D B และ C ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.1 7.0 และ 6.1 ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติพบว่าทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \geq 0.05$) โดยพบว่าการทดแทนปริมาณน้ำในการทำซาลาเปาด้วยน้ำแดรอทไม่ส่งผลต่อกลิ่นของซาลาเปาน้ำแดรอทเลย

4.1.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติ

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติ ของซาลาเปาน้ำแดรอท ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ซาลาเปาน้ำแดรอทตัวอย่าง A มากที่สุดมีคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับเท่ากับ 7.3 รองลงมาคือตัวอย่าง D C และ B ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.0, 6.5 และ 6.4 ตามลำดับ โดยทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติพบว่า ทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($p \geq 0.05$) โดยพบว่ารสชาติของซาลาเปาเป็นรสชาติเฉพาะของซาลาเปา ที่มีความนุ่มเนียนของเนื้อแป้งที่หมักให้ขึ้นได้ที่จากเชื้อยีสต์และมีรสชาติเค็มออกหวานจากไส้ของซาลาเปา

4.1.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัส

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของซาลาเปาน้ำแดรอท ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ซาลาเปาน้ำแดรอทตัวอย่าง A โดยมีมากที่สุด คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับเท่ากับ 7.0 รองลงมาคือตัวอย่าง C B และ D ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 6.6 6.1 และ 6.1 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \geq 0.05$) โดยพบว่าเนื้อสัมผัสของซาลาเปาทุกตัวอย่างมีลักษณะความเหนียวนุ่มเช่นเดียวกัน

4.1.5 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวม

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวมของซาลาเปาน้ำแครอท ทั้ง 4 ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับซาลาเปาแครอทตัวอย่าง A โดยมีมากที่สุดคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 7.5 รองลงมาคือตัวอย่าง B D และ C ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 6.9 6.7 และ 6.6 ตามลำดับ เมื่อเทียบจากตัวอย่าง A อีก 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) โดยจากผลการทดสอบการยอมรับโดยรวมพบว่าซาลาเปาน้ำแครอทที่ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมมากที่สุด คือตัวอย่าง A ซึ่งเป็นซาลาเปาที่ไม่มีการเติมน้ำแครอทลงไปในส่วนผสมกลิ่นที่หอมเฉพาะของซาลาเปา มีรสชาติกลมกล่อมของเนื้อแป้งกับไส้ซาลาเปา เนื้อสัมผัสนุ่มเนียน และจากผลการทดสอบดังกล่าวอาจเป็นเพราะผู้บริโภคไม่มีความคุ้นเคยกับซาลาเปาที่มีสีเหลืองแต่มีความคุ้นเคยกว่าถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทซาลาเปานั้น จะต้องมีสีขาวเท่านั้นจึงทำให้หันไปให้ความยอมรับซาลาเปาที่ไม่มีการเติมน้ำแครอทเข้มข้นลงไปเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลวิจัย

จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซาลาเปาน้ำแครอท โดยใช้ปริมาณน้ำแครอทที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 4 ตัวอย่าง คือ 0เปอร์เซ็นต์ 20เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 60เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ซาลาเปาที่ใช้น้ำแครอทเข้มข้นทดแทนส่วนที่เป็นน้ำเปล่า ในอัตราส่วน 60เปอร์เซ็นต์ : 40เปอร์เซ็นต์ได้รับการยอมรับทางด้านสีมากที่สุด ลักษณะของสีได้เป็นสีเหลืองเข้มสม่ำเสมอเท่ากันทั้งหมด แต่จากการพิจารณาจากการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่าง A และ D มากที่สุด คืออัตราส่วนน้ำแครอท 0เปอร์เซ็นต์ : น้ำเปล่า100เปอร์เซ็นต์ ในด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมโดยพบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้นุ่มเนียน
แป้งซาลาเปาเหนียวนุ่ม กลิ่นหอมของแป้งซาลาเปาที่ได้จากการหมักยีสต์รวมกับกลิ่นของน้ำแครอทเข้มข้น รสชาติของซาลาเปาจะเค็มออกหวานเล็กน้อยจากไส้หมูสับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำซาลาเปาน้ำแครอทควรทิ้งแป้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมงเพื่อให้ยีสต์ทำงาน
2. ควรให้ผ้าขาวบางคลุมแป้งซาลาเปาน้ำแครอทไว้ทุกครั้ง เพื่อป้องกันแป้งซาลาเปาน้ำแครอทแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกศศินี ตระกูลทิวากร. "สารธรรมชาติจากพืชที่ช่วยสร้างสุขภาพ" วารสารอาหาร. ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน) น. 126-129

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. 396 น.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส. "สารให้สีของพืช" วารสารวิทยาศาสตร์. ปีที่ 47 ฉบับที่ 2 (มีนาคม-เมษายน 2536) น. 118-124.

บุญเรียม ชนเมฆ. "เรื่องที่น่ารู้เกี่ยวกับวิตามินและเกลือแร่" วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 11 ฉบับที่2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2542) น. 38-43.

ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช. "มะเร็งกับอาหาร" วารสารวิทยาศาสตร์ . ปีที่ 42 ฉบับที่ 3 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2531) น. 167-171.

โภชนาการ, กอง. 2536. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว. 48 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2519. ทฤษฎีอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 216 น.

_____. 2522. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 346 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ Hedonic Scale

ชื่อผู้ทดสอบ.....

ชื่อตัวอย่าง.....ซาลาเปาน้ำแครอท...

คำชี้แจง 1. บ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนการทดสอบทุกครั้ง

2. อย่ากลืนน้ำเปล่า ตัวอย่างอาจกลืนได้หลังการประเมิน

3. ให้ทดสอบตัวอย่างซึ่งมีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับทั้งหมด 4 ตัวอย่าง คือ

269 758 421 985

4. ในการทดสอบนี้ผู้ทดสอบสามารถทดสอบซ้ำได้โดยประเมินระดับความชอบ ต่อคุณลักษณะต่างๆของตัวอย่าง กำหนดให้เป็นคะแนนแบบ 9 แต้มดังนี้

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

คำสั่ง ให้ระบุระดับคะแนนความชอบที่ประเมินได้ ในคุณลักษณะต่างๆของตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่าง เป็นตัวเลขที่กำหนดให้ ใส่ลงในช่องว่างใต้รหัสตัวอย่าง

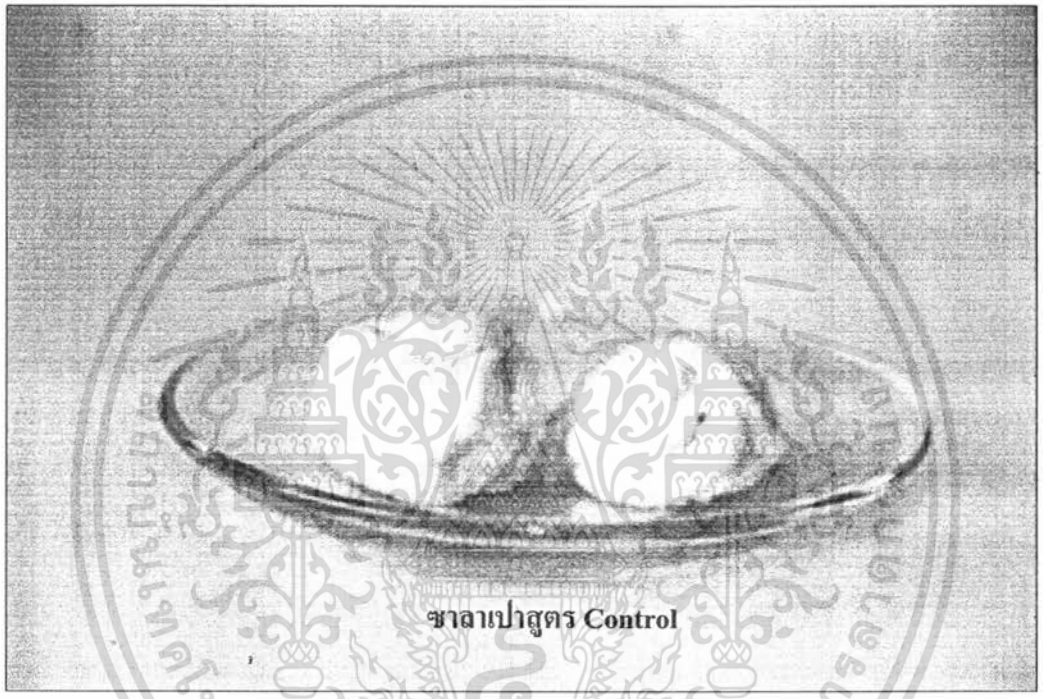
คุณลักษณะที่ประเมิน	ระบุคะแนนแสดงระดับความชอบ			
	269	758	421	985
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
การยอมรับโดยรวม				

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

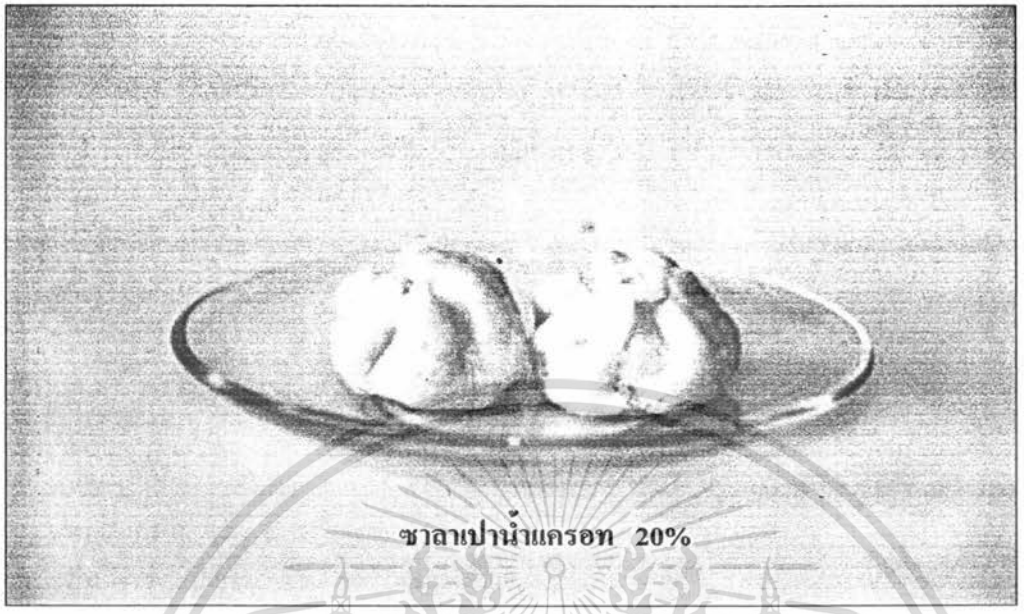
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.



ภาพภาคผนวกที่ ข 1. ซาลาเปาน้ำแครอทสูตร Control

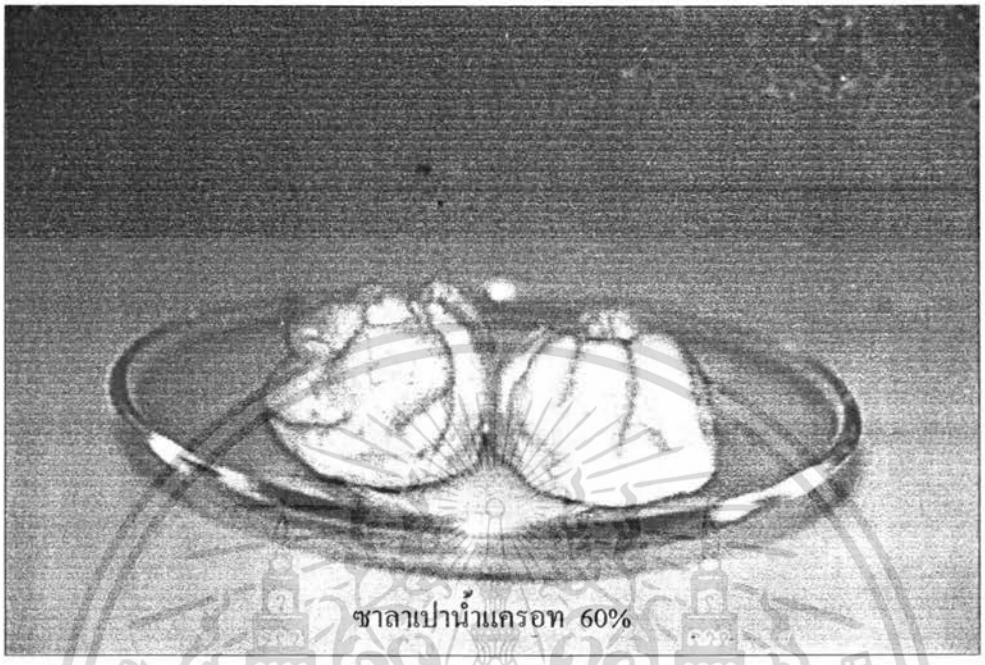
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ข 2. ซาลาเปาน้ำแครอทอัตราส่วนน้ำแครอท : น้ำเปล่า = 20% : 80%

ภาพภาคผนวกที่ ข 3. ซาลาเปาน้ำแครอทอัตราส่วนน้ำแครอท : น้ำเปล่า = 40% : 60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ซาลาเปาน้ำแครอท 60%

<u>ภาคผนวกที่ ข 4.</u> ซาลาเปาน้ำแครอทอัตราส่วนน้ำแครอท : น้ำเปล่า = 60% : 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Rating Scales

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A = อัตราส่วนน้ำแครอท 0 % : น้ำเปล่า 100 %
B = อัตราส่วนน้ำแครอท 20 % : น้ำเปล่า 80 %
C = อัตราส่วนน้ำแครอท 40 % : น้ำเปล่า 60 %
D = อัตราส่วนน้ำแครอท 60 % : น้ำเปล่า 40 %

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 1. การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Analysis of Variance ของการทดสอบด้านสีจากการศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท

Source of variation	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	8.47	2.82	2.74 ^{ns}	2.96
Judges	9	7.72	0.85	0.83 ^{ns}	2.30
Error	27	27.77	1.02		
Total	39	43.96			

ตารางภาคผนวกที่ ค 2. การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Analysis of Variance ของการทดสอบด้านกลิ่นจากการศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท

Source of variation	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	7.7	2.56	2.75 ^{ns}	2.96
Judges	9	28.1	3.12	3.35 *	2.30
Error	27	25.3	0.93		
Total	39	61.1			

ตารางภาคผนวกที่ ค 3. การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Analysis of Variance ของการทดสอบด้านรสชาติจากการศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท

Source of variation	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	5.4	1.8	2.02 ^{ns}	2.96
Judges	9	34.9	3.87	4.34 *	2.30
Error	27	24.1	0.89		
Total	39	64.4			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 4. การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Analysis of Variance ของการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสจากการศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท

Source of variation	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	5.7	1.9	1.37 *	2.96
Judges	9	14.9	1.65	1.19 *	2.30
Error	27	37.3	1.38		
Total	39	57.9			

ตารางภาคผนวกที่ ค 1. การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Analysis of Varianceของการทดสอบด้านการยอมรับโดยรวมจากการศึกษาปริมาณน้ำแครอทเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตซาลาเปาน้ำแครอท

Source of variation	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	3	4.87	1.62	27.08 **	2.96
Judges	9	6.27	0.69	11.61 **	2.30
Error	27	1.62	0.06		
Total	39	12.76			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ในคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณได้ภายในตาราง Analysis of Variance สามารถคำนวณค่าต่างๆได้จากวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ซาลาเปาน้ำแครอท

1. การคำนวณหาค่า C.F. (Correction Factor)

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

$$= \frac{(291)^2}{40}$$

$$= 2117.025$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df, sample

$$= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1$$

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

2.2 df, judges

$$= \text{จำนวนผู้ทดสอบ} - 1$$

$$= 10 - 1$$

$$= 9$$

2.3 df, total

$$= \text{จำนวนการตรวจ} - 1$$

$$= 40 - 1$$

$$= 39$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 df, error

= df, total - df, judges - df. Sample

= 39 - 9 - 3

= 27

3. การคำนวณหาค่า SS (Sum of square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

3.1 SS, sample

$$= \frac{\sum(\text{ค่า Total ของแต่ละ sample})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ Sample})} - \text{C.F.}$$

$$= \frac{70^2 + 67^2 + 75^2 + 79^2}{10} - 2117.025$$

= 8.475

3.2 SS, judges

$$= \frac{\sum(\text{ค่า total ของแต่ละ judges})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} - \text{C.F.}$$

$$= \frac{(31^2 + 30^2 + \ldots + 27^2)}{4} - 2117.025$$

= 7.725

3.3 SS, total

$$= \sum(\text{ค่าการประเมินทุกค่า})^2 - \text{C.F.}$$

$$= (9^2 + 6^2 + \ldots + 8^2) - 2117.025$$

= 43.975

3.4 SS, error

= SS, total - SS, judges - SS, Sample

= 43.975 - 7.725 - 8.475

= 27.775

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณหา MS (Mean Square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

4.1 MS, sample

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

$$= \frac{8.475}{3}$$

$$= 2.825$$

4.2 MS, judges

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

$$= \frac{7.725}{9}$$

$$= 0.858$$

4.3 MS, error

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

$$= \frac{27.775}{27}$$

$$= 1.028$$

5. การคำนวณหาค่า F (Variance ration) ของ Sample และ judges โดยจำแนกได้ดังนี้

5.1 F, sample

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

$$= \frac{2.825}{1.028}$$

$$= 2.748$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 F, judges

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

$$= \frac{0.858}{1.028}$$

$$= 0.834$$

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ration)

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

F, sample = 2.74

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 3

df, error n_2 = 27

= 2.96

จากการคำนวณ F, sample ที่คำนวณได้ 2.74 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P= 0.05 ค่าที่ได้ 2.96 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

F, judges = 0.83

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 9

df, error n_2 = 27

= 2.30

จากการคำนวณ F, sample ที่คำนวณได้ 0.83 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P= 0.05 ค่าที่ได้ 2.30 แสดงว่า judges ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $p \leq 0.05$

จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

D	C	A	B
7.9	7.5	7.0	6.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 Standard error (SE)

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

$$= \sqrt{\frac{1.02}{10}}$$

$$= 0.31$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant Studentized Range (SSR) ที่ t = 4 ค่า df, error = 27 จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.84

7.2 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

$$\text{LSD} = \text{SE} \times \text{SSR}$$

$$= 0.31 \times 3.84$$

$$= 1.19$$

โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน ผลปรากฏค่าดังนี้

D(7.9)^{a} C(7.5)^{ab} A(7.0)^{ab} B(6.7)^{b}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้