โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวเพื่อสุขภาพ

(Development of salad dressing for health from white egg)

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศณีย์ ปิ่นแก้ว

นายรามราช หมื่นศรีธาราม

RMUTK - CARIT

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2553

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

1334

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตำรับมาตรฐานของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว ศึกษากรรมวิธีการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว นำมาประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 5 – point hedonic scale เพื่อเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จากการทดสอบพบว่า สูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด มีอัตราส่วนของไข่ขาว 28.28 % น้ำมันพืช 39.59% น้ำตาล 11.31% เกลือ 1.31% นมข้นหวาน 6.78% น้ำมะนาว 7.91% น้ำส้มสายชู 3.39 % ศึกษากรรมวิธีการทำน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยการนำไข่ขาวสุก ปั่นให้ละเอียด ใส่น้ำมัน น้ำส้มสายชู ใส่น้ำมะนาว ลดความเร็วลง เติมนมข้นหวาน นำสูตรมาตรฐาน มาทดลองใส่สารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวโดย ใช้แป้งข้าวโพด เจลาติน คาร์ราจีแนน เลซิติน และนำมาทดสอบโดยใช้หลักการประเมินทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 5 – point hedonic scale เพื่อหาชนิดของสารให้ความคงตัวที่ดีที่สุดของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการทดลองพบว่า สารให้ความคงตัวที่เหมาะสมที่ คือ คาราจีแนน ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยการประเมินการทดสอบ คิดเป็นค่าเฉลี่ย ด้านสี 4.14 กลิ่น 3.97 รสชาติ 4.17 เนื้อสัมผัส 4.17 และความชอบโดยรวม 4.09 และทดสอบอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์พบว่า ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่ 0 สัปดาห์

Abstraet

This exerimenp aims to stubby the standaed recipe of salad dressing from white eggs , to study substances that give suitable constancy for producing this product , and to study the consumer acceptance for this product. The evaluation will be tested by sensory nerve using 5 – point hedonic scales , and choosing the most popular formula accepted by the consumers. The result is that the first formula will be mostly accepted. The ratio of this formula is : white egg 28.28 % , vegetable oil 39.59 % , sugar 11.31 % , salt 1.31 % , condense milk 6.78 % , lime juice 7.91% , and vinegar 3.39 %. The process of making salad dressing from white eggs starts from spinning white eggs thoroughly, and adding oil, vinegar including lime juice. After that decrease the spinning velocity and add condense milk. Bring the suitable formula to be experimented by adding substances that give suitable constancy in producing this product. Use corn flour, cerrageenan, gelatin and lecitin to test by senfory evaluation. 5 – point hedonic scales is tested to find out the suitable sudstances that give the best constancy of this product and are mostly accepted by the consumers. The best substance that give suitable constancy is cerrageenan. The result of evaluatiom is : color averge 4.14, smell 3.97, flavor 4.17, texture 4.17 and the total preference 4.09. Test shelf life for a period of 4 weeks showed no change compared with 0 week

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้เป็นทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวเพื่อสุขภาพผู้จัดทำการทดลองขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาคำแนะนำของด้านข้อมูล แนวคิด วิธีแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและการทดลอง

ขอขอบคุณอาจารย์ และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความช่วยเหลือในการตอบแบบสอบถาม และการทดสอบด้านประสาทสัมผัสทำให้สามารถสรุปผลการทดลอง ขอขอบคุณสำหรับคำแนะนำ สำหรับการปรับปรุง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวเพื่อสุขภาพ ทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศณีย์ ปิ่นแก้ว

นายรามราช หมื่นศรีธาราม

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อ	
ภาษาไทย	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	1
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สลัด	3
2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของไข่	3
2.3 น้ำมัน	13
2.4 เกลือ	15
2.5 น้ำตาล	15
2.6 น้ำส้มสายชู	17
2.7 มะนาว	22
2.8 มัสตาร์ด	24
2.9 นมข้น	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
2.10 พริกไทย	25
2.11 ผักที่ใช้ทำสลัด	26
2.12 สารที่ให้ความคงตัว	28
2.13 เจลาติน	31
2.14 คาร์ราจีแนน	37
2.15 ความหนืดและพฤติกรรมการไหลของไหล	40
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	51
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์	51
3.2 สถานที่ทำการทดลอง	51
3.3 .วิธีการดำเนินงาน	52
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	54
4.1 ผลการศึกษาตำรับมาตรฐานของน้ำสลัด	54
4.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว	57
4.3 ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว	58
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	61
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก ตำรับน้ำสลัด	64
ภาคผนวก ข ผลวิเคราะห์ทางสถิติและผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย	68
ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	79
ประวัติผู้เขียน	87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่	10
ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันเมล็ดทานตะวัน	15
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลชนิดต่างๆ	17
ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวโพด	30
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของแป้งข้าวโพด	31
ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว	52
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส น้ำสลัด	54
ตารางที่ 4.2 ส่วนผสมของน้ำสลัดจากไข่ขาว	56
ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบในการสอบด้านประสาทสัมผัสของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว จากผลการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	58
ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะที่ปรากฏของน้ำสลัดจากไข่ขาว	59

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของไข่	4
ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนคอลลาเจนไปเป็นเจลาติน	34
ภาพที่ 2.3 Repeating units of carrageenan	38
ภาพที่ 2.4 กลไกการเกิดเจลของ carrageenan	39
ภาพที่ 2.5 แผนภาพการไหลในของไหล	40
ภาพที่ 2.6 ลักษณะของพฤติกรรมการไหล	42
ภาพที่ 2.7 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนิวโตเนียน	42
ภาพที่ 2.8 Rheograms of typical Newtonian Fluids	43
ภาพที่ 2.9 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทซูโดพลาสติก	44
ภาพที่ 2.10 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทไดลาแทนต์	45
ภาพที่ 2.11 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทบิงแฮม	46
ภาพที่ 2.12 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทพลาสติก	46
ภาพที่ 2.13 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทไธโซทรอปิค	47
ภาพที่ 2.14 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทรีโอเพคซิค	48
ภาพที่ 2.15 การหาค่า μ_{app} ด้วยการพลอทค่า shear stress-shear rate ลงบนกระดาษ log-log	49
ภาพที่ 2.16 ลักษณะของเส้นกราฟที่ได้จากการลงจุดบนกระดาษ log-log	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพกำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากผู้บริโภคสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น คอเลสเตอรอลเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งที่ทำให้ทุกคนระมัดระวังในการบริโภค โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มวัยทำงาน ผู้ป่วยที่มีปัญหาหลอดเลือดตีบตันนอกจากนี้การมีปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดสูง เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคเหล่านี้ เช่น โรคหัวใจขาดเลือด ความดันโลหิตสูง มะเร็งบางชนิด และโรคอ้วน ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่และลดความเสี่ยงให้แก่กลุ่มผู้บริโภคที่นิยมบริโภคอาหารประเภทสลัดและผลิตภัณฑ์จากน้ำสลัด เพราะน้ำสลัดเป็นส่วนประกอบสำคัญของสลัดต่างๆ นอกจากนี้สลัดยังเป็นอาหารชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภค เพื่อการควบคุมน้ำหนักตัวของคนไทยรุ่นใหม่ แต่เดิมน้ำสลัดเป็นอาหารที่มีในทวีปยุโรปและแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริการสชาติอาหารจึงเหมาะสมสำหรับคนตะวันตก ในบางครั้งมีส่วนผสมของไข่แดง ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูง

จากเหตุผลดังกล่าวผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดจากไข่ขาว ที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าน้ำสลัดทั่วไป ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่สนใจอาหารเพื่อสุขภาพ หรือผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก และสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

1.2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

1.2.3 เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดครีมจากไข่ขาว

1.2.4 เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสเตบิไลเซอร์ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดครีมจากไข่ขาว

1.2.5 เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

1.2.6 เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

1.2.7 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดจากไข่ขาว ที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าน้ำสลัดทั่วไป ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะและวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยศึกษาถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมรวมถึงชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ผลต่อคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดมาศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สลัด

สลัดหรือสลัดครีม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมน้ำมันพืชหรือไขมันพืชกับไข่แดงให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Emulsion) ปรุงแต่งรสให้เข้มข้นด้วยน้ำตาล น้ำส้มสายชู และส่วนประกอบอื่น ๆที่ใช้สำหรับปรุงแต่งรสอาหาร มีลักษณะทั่วไปเป็นสีขาวนวลถึงสีเหลืองนวลโดย ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด มีลักษณะเหลวค่อนข้างข้นเป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณไขมันทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแต่ไม่ถึงร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก มีความเป็นกรด-ด่างไม่เกิน 4.1 และมีปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2540)

Allen *et al.* (1982) ได้แบ่งน้ำสลัดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ แบบตัก (spoonable) ซึ่งจะเป็นพวกสลัดครีมชนิดต่าง ๆ และแบบเท (pourable) หมายถึงสลัดน้ำใส ปริมาณการผลิตและการบริโภคของทั้งมายองเนสและน้ำสลัดเพิ่มขึ้นอย่างมากในหลายพื้นที่ของโลก โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาในช่วง 25-50 ปีที่ผ่านมา สาเหตุใหญ่ที่ทำให้การบริโภคเพิ่มขึ้นมาจากการนำน้ำสลัดมาทาบนขนมปังและใช้ในการเตรียมอาหารอื่นๆ น้ำสลัดสามารถใช้แทนเนย มาการีนในแซนด์วิช ซึ่งตลาดของผู้ผลิตแซนด์วิช น้ำสลัดได้รับความสนใจมากเนื่องจากกลิ่นรสของน้ำสลัดเข้ากันได้ดีกับส่วนผสมอื่น อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาและนำมาใช้ได้สะดวกมากกว่าเนยหรือมาการีน

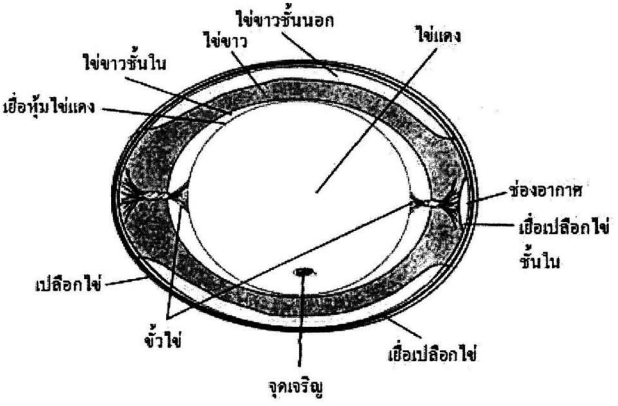
ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่ศึกษานี้ เป็นแบบ น้ำสลัดชนิดข้นแบบตัก (spoonable) คอเลสเตอรอลต่ำ ส่วนผสมใช้ไข่ขาว ทดแทนไข่แดง

2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของไข่

2.2.1 โครงสร้างของไข่

ไข่ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นไข่ของสัตว์ปีกที่บริโภคเป็นอาหาร โดยเฉพาะไข่เป็ดและไข่ไก่ซึ่งจะได้นำมากล่าวเป็นตัวแทนของไข่ชนิดต่าง ๆ ไข่เป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศชาติ เป็นอาหารที่มีประโยชน์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และหาซื้อได้ง่าย นำไปบริโภคโดยตรง หรือประกอบอาหารได้สะดวก

โครงสร้างของไข่โดยทั่ว ๆ ไป ถ้าพิจารณาตั้งแต่ผิวนอกของไข่จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของไข่

จากภาพที่ 2.1 จะเห็นว่าโครงสร้างของไข่โดยทั่วไปได้แก่ โครงสร้างภายนอกซึ่งประกอบด้วย เปลือกไข่ รูปร่างลักษณะของไข่ทั่วไปมีเคลือบผิวไข่หรือนวลไข่เคลือบเปลือก ส่วนโครงสร้างภายในของไข่ประกอบด้วย ไข่ขาวและไข่แดง ซึ่งแบ่งออกเป็นชั้นต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.2.2 โครงสร้างภายนอกของไข่

2.2.2.1 รูปทรง ไข่จากสัตว์ปีกชนิดต่าง ๆ อาจมีรูปทรงและขนาดแตกต่างกันไปบ้างตามพันธุ์ หน้าที่ทางสรีรวิทยาของไข่ชนิดนั้น ๆ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมของสัตว์ที่จะออกไข่ รูปทรงโดยปกติของไข่ทั่วไปมักเป็นรูปวงรี ข้างหนึ่งป้านและอีกข้างหนึ่งข้างแหลม แต่มีไข่จากแม่ไก่บางตัวมีรูปทรงค่อนข้างกลม หรือค่อนข้างยาว หรือปลายทั้งสองข้างแหลมหรือมนพอ ๆ กัน ซึ่งถือว่าเป็นรูปทรงที่ผิดปกติของไข่

2.2.2.2 สีของเปลือก ไข่ที่พบโดยทั่วไปอาจจะมีสีค่อนข้างขาว หรือเขียวอ่อน เช่น ไข่เป็ด สีน้ำตาลอ่อนหรือสีนวล เช่น ไข่ไก่หรืออาจมีสีลายกระ เช่น ไข่นกกระทา เป็นต้น สีของเปลือกไข่จึงแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ของสัตว์นั้น ๆ เช่นเดียวกันกับรูปทรงของไข่ สีที่

เปลือกไข่เกิดจาก รงควัตถุของเม็ดโลหิตแดงกระจายปะปนอยู่กับเกลือแคลเซียมและองค์ประกอบอื่นของเปลือกไข่ ทำให้เปลือกไข่สัตว์แต่ละชนิดมีสีแตกต่างกัน พบมาบนผิวเปลือกชั้นนอก สีที่เปลือกไข่ไม่มีความสำคัญต่อคุณภาพภายในของไข่แต่อย่างใด

2.2.2.3 ขนาดของไข่ ไข่โดยทั่วไปมีขนาดแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ฤดู สุขภาพของสัตว์ และอายุของสัตว์ที่ออกไข่ เช่น ขนาดของไข่เป็ดโตกว่าไข่ไก่ และไข่นกกระทา เป็นต้น ขนาดของไข่โดยเฉลี่ยตามรายงานมีดังนี้ น้ำหนักเฉลี่ย 50 กรัม ปริมาตร 53 มิลลิลิตร ความถ่วงจำเพาะ 1.09 เส้นรอบวงตามยาว 15.7 เซนติเมตร เส้นรอบวงตามกว้าง 13.5 เซนติเมตร ไม่ว่าจะเป็นไข่ที่มีขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก ส่วนประกอบภายในของไข่จะมีสัดส่วนใกล้เคียงกันเพียงแต่ไข่ฟองโตมีปริมาตรของส่วนต่าง ๆ มากกว่าไข่ฟองเล็กเท่านั้น

2.2.2.4 เปลือกไข่ ลักษณะของเปลืองไข่แตกต่างกันแม้ในไข่พันธุ์เดียวกันบางฟองผิวเกลี้ยงบางฟองผิวขรุขระหยาบด้าน มีริ้วรอยของหินปูนจับอยู่เห็นได้ชัด แต่โดยทั่วไปมักจะมีผิวเรียบเกรี้ยงพอประมาณ ความแตกต่างของลักษณะผิวเปลือกนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์กรรม อาหารและยาของสัตว์ที่จะออกไข่ได้รับไข่ที่ออกใหม่ ๆ เปลือกไข่ค่อนข้างโปรงแสงแล้วก็ค่อย ๆขุ่นทึบแสงตามลำดับ ถ้าใช้กล้องขยายสองดูจะเห็นมีลักษณะเป็นจุดเล็ก ๆ แสงผ่านได้ เปลือกไข่เป็นพวกหินปูนหรือผนึกแคลเซียมคาร์บอนเนตจับอยู่ในเส้นใยของโปรตีน มีลักษณะแข็งเรียบติดแน่นอยู่กับเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอกซึ่งจะแยกเปลือกไข่ออกจากเยื่อไข่ชั้นนี้ได้ยาก ความหนาของเปลือกไข่ขึ้นอยู่กับขนาดของไข่ โดยทั่วไปไข่ฟองใหญ่มักจะมีเปลือกไข่ที่หนากว่าไข่ฟองเล็ก ไข่ไก่พันธุ์พื้นเมืองหรือไข่ไก่ป่ามีเปลือกหนากว่าไข่ไก่พันธุ์แท้หรือไข่ไก่พันธุ์ใหม่ เปลือกไข่มีหน้าที่ทนกับน้ำหนักของแม่ไก่ขณะกกไข่และความหนาพอประมาณที่จะให้ตัวอ่อนเจาะดิ้นออกจากเปลือกไข่ได้ และโปร่งพอที่จะให้อากาศผ่านเข้าออกให้ตัวอ่อนหายใจได้แต่ช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปในไข่ได้ ป้องกันความชื้นได้นอกจากเนื้ออนินทรีย์สารที่พบในเปลือกไข่ ยังเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนด้วย เปลือกไข่ประกอบด้วย

2.2.2.4.1 เคลือบผิวไข่หรือนวลไข่ (Cuticle) ประกอบด้วยโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เป็นชั้นบาง ๆ อยู่ที่ผิวนอกของเปลือกไข่มีสมบัติยอมให้แก๊สผ่านได้ มักพบมากและเห็นได้ชัดเจนในไข่ที่ออกใหม่ ๆ ชั้นนี้หนาประมาณ 10-30 ไมโคเมตร ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำและก๊าซออกจากไข่ และช่วยป้องกันจุลินทรีย์เข้าไปในไข่ ไข่เก่าแทบจะไม่พบนวลไข่เหลืออยู่เลย การทดลองสอบนวลไข่อาจทำได้โดยการใช้เล็บขูดบนเปลือกไข่ขึ้นบาง ๆ ไข่ใหม่จะมีนวลไข่จะให้ความรู้สึกฝืด แต่ไข่เก่าจะให้ความรู้สึกลื่นกว่า

2.2.2.4.2 เปลือกชั้นนอก (Spongy layer) เปลือกชั้นนี้มีโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยรูเล็กๆจำนวนมาก เชื่อมโยงจากเปลือกชั้นในมาเปิดที่ชั้นนี้ มีลักษณะคล้ายพรุนของฟองน้ำ แต่แข็งมาก ประกอบด้วยผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนต มีสมบัติเป็นรูปทรง โครงสร้างและสร้างความแข็ง ให้ไข่เปลือกไข่นี้จะอ่อนตัวลงเมื่อถูกกรด ซึ่งละลายแคลเซียมออกไป

2.2.2.4.3 เปลือกไข่ชั้นใน (Armillary layer) เป็นชั้นของเปลือกบางๆ ประกอบด้วยตุ่มพื้นผิวเปลือก Mammilla ลักษณะหยาบ Armillary knap ที่รูปร่างต่างๆ กัน ตั้งแต่รูปทรงไข่ถึงทรงกลม ปุ่มเหล่านี้เป็นผลึกชั้นในอยู่ติดกับเยื่อเปลือกไข่ ตรงปลายปุ่มผายออกไป เปิดที่เยื่อเปลือกไข่ชั้นใน ซึ่งเป็นแกนกลางของปากรูพื้นเปลือก (Armillary core) เป็นทางผ่านให้อากาศกระจายไปทั่วเปลือกชั้นนี้ ไปสู่บริเวณปลายตุ่มพื้นเปลือก ตลอดช่องทางออกของรูเปลือก เปลือกชั้นในประกอบด้วยสารประกอบของแมกนีเซียม และฟอสเฟตกระจายตัวอยู่บนพื้นผิวโปรตีน ของเปลือกหนาประมาณ 0.11 มิลลิเมตร

2.2.2.4.4 รูเปลือก (Pore) เปลือกไข่ประกอบด้วยรูเล็กมีรูปร่างรูปไข่หรือกลม เชื่อมโยงจากเปลือกชั้นนอกผ่านเปลือกชั้นในยังเยื่อเปลือกไข่ มีขนาดต่างๆกัน ตั้งแต่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนถึงขนาดเล็กมาก ต้องมองด้วยกล้องขยาย ถ้านำไฟประมาณ 50 วัตต์ มาส่องจากด้านล่างฟองไข่ จะช่วยให้สังเกตรูเปลือกไข่ได้จัดเจนขึ้น ปริมาณของรูเปลือกไข่มากน้อยต่างกันในไข่จากสัตว์ชนิดต่างๆ โดยเฉลี่ยประมาณ 7500 รู ไข่เป็ดมีจำนวนรูต่อตารางเซนติเมตรมากกว่าไข่ของไก่ที่เริ่มไข่ฟองแรกๆ จะมีรูน้อยกว่าไข่ที่มีไข่ช่วงตอนหลังๆ รูไข่จะกระจายอยู่ทั่วไปอย่างไม่มีระเบียบแบบแผน แต่มักพบว่าจำนวนรูมีมากที่ตอนด้านป้าน และกลางเปลือก ช่วยให้อากาศผ่านเข้าออกจากไข่ได้ง่าย ช่วยให้เชื่อว่าลูกไก่ระหว่างที่ฟักตัวอยู่นั้นหายใจได้สะดวก ดั้งจะพบว่าเชื้อลูกไก่มีอายุฟักตัวมากขึ้น จะหันหัวมาที่ตรงด้านป้านของไข่ เพื่อการหายใจและรับอากาศได้สะดวกยิ่งขึ้น ส่วนด้านแหลมมีรูน้อยกว่า และบางครั้งอาจไม่พบรูอากาศเลย ไข่ใหม่มักจะมีรูของนวลไข่ปิดรูเปลือกอยู่ ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำในไข่ และป้องกันจุลินทรีย์จากภายนอกรบกวนหรือเข้าไปทำลายไข่

2.2.2.4.5 เยื่อเปลือกไข่ (Membarne) แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นที่ติดกับเปลือกเรียกว่า เยื่อเปลือกไข่ชั้นนอก (Shell membrane) และชั้นที่ติดกับเนื้อไข่เรียกว่า เยื่อเปลือกไข่ชั้นใน (Egg membrane) กระชับติดกับเปลือกไข่จนดูเหมือนเป็นชั้นเดียวกัน ประกอบด้วย เนื้อเยื่อโปรตีนประสานกันและยึดกันเน้น เมื่อไข่ออกจากท้องแล้วถูกอากาศภายนอกซึ่งเย็นกว่า จะหดตัวลง แต่เนื่องจากเปลือกไข่จะหดตัวน้อยกว่าส่วนประกอบภายใน ซึ่งล้อมรอบด้วยเยื่อเปลือกไข่ชั้นใน แยกออกจากเปลือกไข่ชั้นนอกซึ่งอยู่ติดกับเปลือกไข่ เกิดเป็นช่องอากาศ อยู่ตรงส่วนป้าน

ของ ไข่ที่ออกจากแม่ไก่ใหม่ๆ จะไม่มีช่องอากาศ เมื่อไข่เกิดการเย็นตัวลง 41 องศาเซลเซียล ซึ่งเป็นอุณหภูมิภายในตัวแม่ไก่ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิของบรรยากาศรอบๆ ไข่ เนื้อไข่เกิดการหดตัวมากกว่าเปลือก จึงเกิดเป็นช่องอากาศขึ้น เมื่อเก็บไข่ไว้นานช่องอากาศจะยิ่งขยายตัวขึ้น การที่ช่องอากาศอยู่ทางด้านป้านของไข่นี้มีประโยชน์ตามธรรมชาติสำหรับการหายใจของเชื้อตัวอ่อนในไข่ดังกล่าว นอกจากนี้ทางด้านป้านของไข่มีรูอากาศมากกว่าบริเวณอื่นของไข่ ช่วยในการระบายอากาศเข้าได้อย่างดี แต่ถ้าช่องอากาศอยู่ทางด้านแหลมของไข่เชื้อตัวอ่อนทีฟักจะตายอยู่ในเปลือก เนื่องจากขาดอากาศหายใจ ตามปกติช่องอากาศจะขยายตัวตลอดเวลา ไข่ที่เก็บไว้นานความชื้นและแก๊สในไข่จะค่อยๆ ระเหยออกไป ปริมาณของไข่จะลดลง ช่องอากาศจะขยายใหญ่ขึ้นขนาดของอากาศจึงเป็นดัชนีบอกคุณภาพของไข่กับอายุการเก็บของไข่ได้อย่างดี

2.2.3 โครงสร้างภายในของไข่

โครงสร้างภายในของไข่ หมายถึง ส่วนประกอบของไข่ที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มไข่ชั้นในเข้าไป ซึ่งจะกล่าวดังต่อไปนี้

2.2.3.1 ไข่ขาว (Albumin) มีประมาณร้อยละ 60 ของเนื้อไข่ทั้งหมด ขณะดิบ ๆ จะเห็นเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน หรือในไข่บางฟองอาจมีสีเขียวหรือสีชมพูอ่อน ๆ ขึ้นอยู่กับอาหารที่เลี้ยงตามปกติจะมองเห็นไข่ขาวเป็นส่วนที่เหลวใสกับส่วนที่ข้น และส่วนที่ใสจะห่อหุ้มไข่แดงและเป็นขั้วไข่แดง ไข่ขาวแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

2.2.3.1.1 ไข่ขาวชั้นนอก (Outer thin) จะเห็นว่าไข่ขาวใสชั้นนอกจะอยู่รอบ ๆ ด้านข้างของไข่ขาวส่วนข้น เว้นแต่ตรงหัวและท้ายของฟองไข่ คนทั่วไปมักเรียกไข่ขาวส่วนนี้ว่า ไข่น้ำค้างมีประโยชน์สำหรับเป็นตัวเจือจางน้ำเชื้อ ในการผสมเทียม และนอกจากนี้ยังมีสมบัติที่จะช่วยเพิ่มความฟูของขนมหวานบางอย่าง เช่น ทองหยิบ ปริมาณและความชื้นของไข่ขาวในไข่แดงแต่ละชนิดแตกต่างกันตามกรรมพันธุ์ของสัตว์ ไข่ขาวใสชั้นนอกของไข่ไก่มีปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 88.8

2.2.3.1.2 ไข่ขาวข้น (Finn albumin) อยู่ถัดจากไข่ขาวชั้นนอกเข้าไป เป็นชั้นของไข่ขาวข้นที่ห่อหุ้มไข่แดงและไข่ขาวใสชั้นในไว้ ความข้นในตัวมันจะช่วยประคองไข่แดงและไข่ขาวใสข้นในให้ลอยตัวอยู่ ป้องกันอันตรายจากการกระทบกระเทือนจากภายนอก ไข่ขาวข้นที่ประกอบด้วยเส้นใยมิวซินข้นที่อยู่รวมกัน เพื่อความแข็งแรงในการเยื่อยึดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นในที่ด้านป้านและด้านแหลมของฟองไข่ เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนนี้จะแข็งตัวซึ่งจะสังเกตเห็นไข่ขาวข้นนี้เป็นชั้น ได้ด้วยตาเปล่า ไข่ขาวชั้นนี้จะมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 87.6

2.2.3.1.3 ไข่ขาวไข่ชั้นใน (Inner thin) เป็นชั้นของไข่ใสที่ติดอยู่กับไข่แดง ช่วยยึดไข่แดงให้ลอยตัวอยู่ตรงกลางฟองไข่ ส่วนประกอบของชั้นนี้ไม่ปรากฏมีมิวซินอยู่ด้วย เลยมีความชื้นประมาณร้อยละ 86.4

2.2.3.1.4 เยื่อขั้วไข่แดง (Chalaziferous) คือส่วนของไข่ขาวข้นที่ห่อหุ้มไข่แดงโดยล้อมรอบเยื่อหุ้มไข่แดงอีกทีหนึ่งแล้วขมวดเป็นเกลียวอยู่ที่หัวท้ายตามแกนกลางของไข่แดง ส่วนที่หมวดเป็นเกลียวนี้เรียกว่า ขั้วไข่แดง (Chalazae) ไข่ขาวชั้นเยื่อหุ้มไข่แดงนี้มีความชุ่มชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 84.3 ซึ่งต่ำกว่าชั้นอื่น ๆ เยื่อขั้วไข่แดงทำหน้าที่เป็นสายทุ่นรักษาสมดุลของไข่แดงให้อยู่ในในกลางของฟองไข่

2.2.3.2 ไข่แดง (Yolk or vitellus) ไข่แดงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของไข่ เป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับล่อเลี้ยงชีวิตใหม่และเป็นที่รองรับจุดกำเนิดหรือบลาสโตเดียม (Blnstoderm) ซึ่งเป็นจุดตั้งต้นการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ไข่แดงมีรูปทรงค่อนข้างกลม ในไข่ใหม่ ๆ จะเห็นว่าไข่แดงจะลอยตัวอยู่ตรงกลางห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มไข่แดง ซึ่งเหนียวและใส โดยมีขั้วไข่แดงยึดที่ตรงหัวท้าย ทำให้ไข่แดงหมุนตัวได้ในวงที่จำกัดตามแนวแกนกลางเท่านั้น และจะหมุนไปได้มากที่สุดเพียงเท่าที่ขั้วทั้งสองนี้จะบิดตัวได้ประมาณหนึ่งรอบเท่านั้น โดยทั่วไปไข่แดงจะมีสีเหลืองแก่อ่อนระดับต่าง ๆ ไปถึงส้ม ขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ที่จะออกไข่ เช่น ไข่แดงที่พบในไข่บางฟองมีสีเหลืองทองของแคโรตินนอย (Carotenold) และสีเหลืองของแซนโทฟิลล์ (Xanthohylls) และคริพโตแซนทิน (Cryppoxanthin) และสีสังเคราะห์ทางการค่า เช่น แคโรฟิลล์ (Carophyll) ซึ่งใช้ผสมลงในอาหารเพื่อเพิ่มสีของไข่แดงให้เข้มยิ่งขึ้น บางครั้งอาจพบไข่แดงมีสีแดงอมเขียว ทั้งนี้มาจากสีของอาหารประเภทหญ้าหรือใบไม้ต่าง ๆ ไข่แดงแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ซึ่งชั้นต่าง ๆในไข่แดงมีความหนาไม่เท่ากันชั้นสีจางเป็นชั้นที่บางกว่า มีความหนาประมาณ 0.25-0.4 มิลลิเมตร ส่วนชั้นสีเข้มซึ่งหนากว่านั้นจะหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ชั้นที่อยู่ในมักจะหนากว่าชั้นที่นอก ๆ แต่ถ้าอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ไม่มีความเปลี่ยนแปลงมากอาจสังเกตชั้นของสีในไข่แดงได้ยาก ในไข่แดงมีส่วนประกอบของ คือ

2.2.3.2.1 แกนไข่แดง (Late bra or white yolk) ใจกลางของไข่แดงจะเห็นมีส่วนประกอบของไข่แดงซึ่งมีลักษณะเป็นจุด ๆ สีจางกว่าไข่แดงเล็กน้อยมีขนาดศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตร ลักษณะคล้าย ๆ เยื่อหุ้มไข่แดงแต่ค่อนข้างเหลวเวลาต้มสุกจะไม่แข็งตัวเต็มที่เหมือนไข่แดงส่วนอื่นจากแกนไข่แดงนี้จะมีท่อทางยาวขึ้นไปสู่ผิวไข่แดง ปลายเปิดออกที่ใต้จุดกำเนิดหรือบลาสโตเดียม เรียกว่า คอของแกนไข่แดง (Neck of late bra) จะสังเกตเห็นว่าชั้น

ต่าง ๆ ของไข่แดงโดยเฉพาะชั้นที่มองเห็นเป็นแถบจาง ๆ ทุกชั้นจะมาบรรจบรอบของแต่ละชั้นที่คอของแกนไข่แดง

2.2.3.2.2 เยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline membrane) ไข่แดงจะห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง ๆซึ่งเรียกว่า เยื่อหุ้มไข่แดงมีความหนาเพียง 0.024 มิลลิเมตร มีลักษณะอ่อนนุ่ม พองตัวหรือหดตัวได้ ย้อมสีติดเยื่อนี้อาจเป็นเนื้อเยื่อของเคราติน (Keratin) และมิวซิล ที่ประกอบเป็นชั้นต่าง ๆ ซึ่งจำนวนชั้นยังพิสูจน์ไม่ได้ชัดเจนในขณะนี้

2.2.4 คุณสมบัติและส่วนประกอบของไข่

ไข่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนสมบูรณ์ โดยมีทั้งน้ำโปรตีนไข่มัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน (ยกเว้นวิตามิน C) สารอาหารเหล่านี้ประกอบอยู่ในส่วนของเปลือกไข่ขาวและไข่แดงในปริมาณที่แตกต่างกันทางเคมี ฟิสิกส์ และทำให้ไข่มีคุณสมบัติเฉพาะทางชีวภาพเคมีและฟิสิกส์ด้วย ซึ่งคุณสมบัติของไข่และส่วนประกอบมีความสำคัญในการนำไข่ไปใช้ประโยชน์ ธรรมชาติสร้างไข่ให้ประกอบด้วยอาหารที่มีคุณค่าสำหรับเชื้อลูกไก่ได้เจริญเติบโตต่อไป ส่วนของสารอาหารที่สำคัญอยู่ในไข่แดงและไข่ขาว ส่วนประกอบต่าง ๆ ของไข่ประกอบด้วยสารอาหารในปริมาณต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่

รายการ	ร้อยละของน้ำหนัก	น้ำหนักต่อไข่ 1 ฟอง (กรัม)	ร้อยละของส่วนประกอบ				
			น้ำ	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
ไข่ทั้งฟอง	100	60	65.5	0.3-2.0	11.8-13.4	10.5-11.8	10.8-11.7
ไข่แดง	31	18.7	48	0.2-2.0	15.7-17.5	31.8-35.5	1.0-2.0
ไข่ขาว	58	33	87.6	0.4-0.9	9.7-10.9	0-0.03	0.5-0.8
เปลือกไข่	11	6.6	2.6	0.07	3.2	0.03	95.1

ที่มาจาก : powrie,W.D."principle of food science Part l"

จากตารางที่ 2.1 พบว่าไข่เป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ คือ โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ ส่วนของไขมันทั้งหมดของไข่อยู่ในไข่แดง ส่วนของโปรตีนพบทั้งไข่แดงและไข่ขาว ซึ่งไข่ขาวประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณเกลือแร่ในไข่ขาวที่วิเคราะห์ออกมาเป็นวัตถุแห้งหรือเถ้ามีเพียงครึ่งหนึ่งของไข่แดงเท่านั้น ดังนั้น ไข่แดงจึงให้คุณค่าทางอาหารสูงกว่าไข่ขาว

2.2.5 คุณค่าทางอาหารของไข่

ไข่เป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมันและเกลือแร่ที่สำคัญ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ สารอาหารต่าง ที่มีอยู่ในไข่มีปริมาณและสัดส่วนพอเหมาะกับความต้องการของร่างกาย ดังจะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์สารอาหารในไข่ไก่ไข่เป็ดและไข่นกกระทา บริโภคไข่ 100 กรัม (เท่ากับไข่ขนาดกลาง 2 ฟอง) จะให้ปริมาณแคลอรี่ถึง 160 กิโลแคลอรี่ ได้รับสารอาหารคือโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตเกลือแร่และวิตามิน ซึ่งสารอาหารในไข่ไก่ ไข่เป็ดและไข่นกกระทาจะมีปริมาณไม่แตกต่างกันมาก

การหุงต้มไม่ได้ทำให้คุณค่าทางโภชนาการของไข่เปลี่ยนแปลงไปมาก จะเห็นได้ว่าไข่ต้มสุกด้วยเวลาปกติ (ประมาณ 100 องศาเซียลเซียล 10 นาที) มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับไข่ดิบ คุณค่าทางอาหารของไข่จะเปลี่ยนไปตามวิธีการหุงต้ม พันธุ์ของสัตว์ที่ให้ไข่ และอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์

วิตามินต่าง ๆ ในไข่ วิตามินที่พบในไข่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทที่ละลายในไขมันซึ่งได้แก่วิตามิน เอ ดี อี และเค พบว่ามีในไข่แดงเท่านั้น ส่วนวิตามินที่ละลายในน้ำได้ อาจพบว่ามีทั้งไข่ขาวและไข่แดง ไข่ที่เก็บรักษาไว้ หรือปรุงอาหารโดยกรรมวิธีต่าง ๆ มีการสูญเสียวิตามินและเกลือแร่ได้บ้าง อาทิ ไข่เยียวม้าของจีน จะไม่ปรากฏว่ามีไทอามีนเหลืออยู่เลย การ หุงต้มทำให้วิตามิน บี ในไข่เสื่อมสลายยทั่วไปพบว่ามีการสูญเสียไปประมาณร้อยละ 15 แต่ถ้าให้ความร้อนในกระทะที่เปิดฝาและมีแสงสว่างจะทำให้สูญเสียไรโบฟาวินเพิ่มขึ้น การทำไข่คน (Scrambler egg) จะทำให้ไรโบฟาวินเสียไปร้อยละ 20 การอบทำให้สูญเสียกรดโฟลิค ร้อยละ 65 เนื่องจากเป็นวิตามินที่เปลี่ยนแปลงง่าย (Everson and Souders, 1957) แต่ไทอามินไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเนื่องจากหุงต้ม การเก็บรักษาไข่ในตู้เย็น (ประมาณ 0 องศาเซียลเซียล) เป็นเวลานานกว่า 6 เดือน จะทำให้การสูญเสียวิตามิน บี ต่าง ๆ ไปโดยเฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 5-20 ขึ้นอยู่กับชนิดของวิตามิน บี

เกลือแร่ต่าง ๆ ในไข่ เกลือแร่ที่สำคัญในไข่ ได้แก่ เหล็ก และฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณสูงพอเพียงกับความต้องการของร่างกาย ส่วนกำมะถัน แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม

และคลอรีน พบมีอยู่ในไข่เช่นเดียวกันในปริมาณพอควร แต่แร่ธาตุเหล่านี้พบมีในอาหารทั่วๆ ไปด้วย ส่วนพวกแร่ธาตุจำนวนน้อยอื่น ๆ เช่น สังกะสี ทองแดง โบรมิน แมงกานีส และไอโอดีน นั้น อาจพบมีบ้างเช่นกัน

ฟอสฟอรัส ประมาณ ร้อยละ 99 ของฟอสฟอรัสที่พบในไข่ อยู่ในไข่แดง ซึ่งสองในสามของจำนวนนี้เป็นฟอสโฟไลปิด และกว่าหนึ่งในสิ่งของจำนวนนี้เป็นฟอสโฟโปรตีน ที่เหลือปริมาณเล็กน้อยเป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัสไข่ 1 ฟอง จะให้ฟอสฟอรัสเป็นปริมาณพอเพียงกับความต้องการเด็กอ่อน น้ำหนัก 5 กิโลกรัมหรือประมาณร้อยละ 9 ของความต้องการของเด็กอายุประมาณ 8 ขวบหรือประมาณร้อยละ 12 ของความต้องการของผู้ใหญ่

เหล็ก ส่วนใหญ่พบในไข่แดง โดยเฉลี่ยฟองละประมาณ 2 มิลลิกรัม อยู่ในลักษณะอิสระ เช่น เหล็ก ไฮดรอกไซด์ หรือรวมตัวอยู่กับโปรตีน เช่น โอโวไวเทลลิน โดยทั่วไปเหล็กที่มีไข่แดงนี้ร่างกายนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ โดยเฉพาะใช้สำหรับการสร้างฮีโมโกลบินของโลหิตได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าของเหล็กในไข่กับความต้องการประจำวัน พบว่า คนปกติต้องการเหล็ก 10 มิลลิกรัมต่อวัน แต่ถ้าเป็นสตรีในช่วงมีครรภ์ต้องการเหล็กเพิ่มขึ้นเป็น 18 มิลลิกรัม ซึ่งเหล็กที่พบว่ามีในไข่ 1 ฟอง สามารถให้เหล็กได้ถึง 1.15 มิลลิกรัม ไข่แดงจึงเป็นทั้งอาหารหลักและอาหารเสริมที่มีคุณค่า และราคาไม่แพงเกินไป สำหรับบุคคลที่เป็นโรคโลหิตจางหรือขาดธาตุเหล็กได้เป็นอย่างดี

แมกนีเซียม ไข่มีแมกนีเซียมฟองละประมาณ 5.5 มิลลิกรัม ซึ่งร้อยละ 90 ของปริมาณนี้อยู่ในไข่แดง ไข่ 1 ฟอง สามารถให้แมกนีเซียมประมาณร้อยละ 1.4 ของความต้องการแมกนีเซียมของเด็กโตและของผู้ใหญ่ปกติแมกนีเซียมมีประโยชน์สำหรับกระดูกและฟัน และช่วยในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ

แคลเซียมแม้ว่าไข่ 1 ฟองจะมีแคลเซียมอยู่ถึง 2 กรัม แต่ร้อยละ 99 ของจำนวนนี้พบอยู่ที่เปลือกไข่ การบริโภคไข่จึงได้แคลเซียมน้อยมาก

กำมะถัน ไข่ 1 ฟอง จะมีกำมะถันประมาณ 67 มิลลิกรัม มีประโยชน์ช่วยในการเจริญเติบโตของเซลล์ และการดำรงชีวิต ไข่ฟองหนึ่ง ๆ สามารถให้กำมะถันได้ถึงร้อยละ 4-5 ของความต้องการกำมะถันทั้งหมด ของร่างกายคนปกติ

นอกจากนี้ไข่ยังพบว่ามี แร่ธาตุจำนวนน้อย ๆ ต่าง ๆ อีกหลายชนิด เช่น สังกะสี ทองแดง โบรมีน แมงกานีสและไอโอดีน เป็นต้น ล้วนแต่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตทั้งคาร์โบไฮเดรตของไข่มีอยู่เพียงเล็กน้อย ไม่มีบทบาทในแง่ของคุณค่าอาหาร แต่มีบทบาทสำคัญในการนำไข่ไปทำผลิตภัณฑ์ไข่ผง (อรวินท์และคณะ, 2539)

2.2.6 การเลือกซื้อไข่

ควรพิจารณาถึงคุณภาพ ขนาด และราคา ไข่คุณภาพดีควรมีรูปทรงปกติ ด้านหนึ่งป้านด้านหนึ่งแหลมมน เปลือกเกลี้ยง ไม่สกปรก ไม่แตกร้าว หรือมีรอยขีด ควรเลือกขนาดและเกรดให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

2.2.7 การดูความสดของไข่

2.2.7.1. ดูที่เปลือกไข่ว่า เปลือกไข่ยังมีนวลไข่อยู่หรือไม่ (ฝุ่นขาว ๆ คล้ายแป้ง) ถ้ายังมีแสดงว่ายังสดอยู่

2.2.7.2. ดูที่ผิวของไข่ ว่ามีรูอากาศเยอะและขนาดของรูใหญ่หรือไม่ ถ้ามีมากและมีรูใหญ่ชัดเจนแสดงถึงความเก่าของไข่ให้เลือกที่ผิวเกลี้ยง ๆ ไม่ค่อยมีรูอากาศ

2.2.8 การทดสอบคุณภาพไข่

ใช้สำหรับเวลาที่เราจะประกอบอาหารแต่จำวันซื้อไข่มาไม่ได้ หรือดูลักษณะเปลือกไข่ไม่ออกแล้ว นำไปแช่ในน้ำ ถ้าไข่จมทั้งฟอง แสดงว่าไข่ยังสดอยู่ (ไข่อยู่ในลักษณะจมลงไป) ถ้าไข่จมลงโดยด้านแหลมจมลง แต่ด้านป้านของไข่ลอยขึ้น (ไข่จะอยู่ในลักษณะ เหมือนตั้งได้แต่เอาหัวทิ่ม) แสดงว่าไข่มีความสดน้อยลงเพราะมีอากาศอยู่บริเวณด้านป้านมากไข่จึงลอยด้านนั้นถ้าไข่ลอยน้ำ ไข่ไม่สัมผัสกับก้นภาชนะ ก็เพราะว่ามีอากาศอยู่มาก จึงดันให้ไข่ลอย ไข่ลักษณะนี้ไม่ควรนำมาทาน (วารุณีและคณะ, 2519)

2.2.9 การแบ่งเกรดไข่ (ในUSA.)

AA เป็นไข่คุณภาพดีที่สุด สดใหม่ ใช้ทำอาหารได้ทุกชนิด ลักษณะของไข่จะดูดี

A เป็นไข่ที่คุณภาพลองลงมาจาก AA

B เป็นไข่ที่เหมาะสำหรับนำไปประกอบอาหารที่ไม่คำนึงถึงความสวยงามของไข่ เช่นไข่เจียว ทำขนมอบต่าง ๆ

การที่ไข่สามารถแข็งตัวได้นั้น เกิดจากโปรตีนในไข่เมื่อโดนความร้อนแล้วจะแข็งตัว ทำให้เกิดลักษณะเป็นรูปร่างได้

2.2.10 วิธีรักษาเก็บไข่

ควรเก็บในอุณหภูมิต่ำหรือในตู้เย็น ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องการสูญเสียน้ำของไข่ควรแยกจากอาหารที่มีกลิ่นแรง เพราะว่าไข่ดูดกลิ่นได้ และควรซื้อในปริมาณที่เพียงพอในการใช้ระยะสั้น

2.3 น้ำมัน (Oil)

น้ำมันและไขมันเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงมาก จึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 แคลอรี ไขมันและน้ำมันส่วนใหญ่มีสารอาหารชนิดอื่นและสารอื่นปนอยู่น้อยมาก (อรวินท์ และประชา, 2522) น้ำมันมีกรดไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ชนิด คือกรดไขมันที่อิ่มตัวและกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว แต่กรดไขมันที่มีความสำคัญทางโภชนาการคือกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยสังเกตดูง่าย ๆ คือ กรดไขมันที่อิ่มตัวจะมีลักษณะเป็นมันแข็ง (Fat) เช่นไขมันที่ได้จากสัตว์ น้ำมันหมู ส่วนกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจะมีลักษณะเป็นน้ำมัน (Oil) คือน้ำมันพืชทุกชนิด

น้ำมันที่ใช้ควรเป็นน้ำมันสลัด น้ำมันสลัดก็คือน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหาร ซึ่งอาจทำจากน้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันมะกอกหรือน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธีการกำจัดกลิ่นมาแล้วหรือไม่ก็ได้และเป็นน้ำมันที่ไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิ 4–10 องศาเซลเซียส น้ำมันพวกนี้จะไม่ค่อยตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำจึงไม่เกิดปัญหาการแตกตัวของน้ำสลัดเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็น ในขณะที่น้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารอาจแข็งตัวก็ได้ เนื่องจากน้ำสลัดเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ เม็ดน้ำมันจะกระจัดกระจายอยู่ในสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำ น้ำตาล น้ำส้มสายชู ฯลฯ

Woolhn (1969) กล่าวว่า น้ำมันที่ใช้ในการทำน้ำสลัดควรผ่านกระบวนการ winterizatioซึ่งเป็นกระบวนการแยกไตรกลีเซอร์ไรด์ที่หลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงออกจากน้ำมันที่แช่เย็น ทำให้น้ำมันที่ได้ใสเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น ทำให้อิมัลชันไม่เสียสภาพเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็น น้ำมันเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้น้ำสลัดข้นหนืด และยังช่วยให้มีความรู้สึกในปากลื่นขึ้นและดีขึ้นการเติมสารที่เป็นกรดและเครื่องเทศ เพื่อช่วยกลบกลิ่นที่ไม่ดี แต่ถ้าน้ำมันเริ่มหืนแล้วสารที่เติมลงไปจะยิ่งช่วยเสริมให้กลิ่นผิดปกติมากยิ่งขึ้น (Thomas, 1975)

สำหรับวิธีการทดสอบว่าน้ำมันสลัดชนิดใดเป็นน้ำมันสลัดหรือไม่นั้นอาจทำได้ง่าย กล่าวคือใส่น้ำมันลงในขวดที่มีความจุ 4 ออนซ์ (115 กรัม) ปิดฝาให้สนิท นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ถ้าน้ำมันชนิดนั้นยังคงใสหลังจากแช่ไว้ 5.5 ชั่วโมง น้ำมันชนิดนั้นเหมาะสำหรับทำน้ำมันสลัด แต่อย่างไรก็ดีน้ำมันหลายชนิดที่เกิดผลึกได้ช้าในระยะแรกและไม่มีลักษณะขุ่น แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นานจะแข็งตัว

ปัจจุบันน้ำมันที่นิยมนำมาใช้ทำน้ำมันสลัด คือ น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน เนื่องจากมีบทบาทลดระดับคอเลสเตอรอลในไลโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low Density Lipoprotein Cholestrol : LDL-C) ในเลือด จากการศึกษาของ Hui (1996) พบว่า น้ำมันเมล็ดทานตะวัน มีปริมาณกรดไขมันไลโนเลอิกสูงกว่าน้ำมันถั่วเหลืองมาก ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้

สามารถช่วยได้ และน้ำมันแต่ละชนิดมีกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) คือ ไลโนเลอิก (linoleic)และไลโนเลนิก (linolenic) ที่ร่างกายสร้างไม่ได้จำเป็นต้องได้รับจากการบริโภค ในปริมาณต่าง ๆกัน ดังแสดงตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันเมล็ดทานตะวัน

กรดไขมัน	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันเมล็ดทานตะวัน
ปาล์มมิติก	11.0	7.0
สเตียริก	4.0	5.0
โอเลอิก	24.0	19.0
ไลโนเลอิก	54.0	69.0
ไลโนเลนิก	7.0	0.0

ที่มา : Hui (1996)

2.4 เกลือ

เกลือ เป็นเครื่องปรุงที่สำคัญ ทำให้น้ำสลัดมีรสชาติ โดยทั่วไปเกลือมี 2 ประเภทคือ เกลือสมุทรกับเกลือสินเธาว์

เกลือสมุทร ได้จากน้ำทะเล นำมาระเหยน้ำจนตกผลึกเป็นเม็ดละเอียดสีขาว มี 2 ชนิด คือ เกลือเม็ดหยาบกับเมล็ดละเอียด เกลือสมุทรเป็นเกลือที่มีธาตุไอโอดีนป้องกันคอพอก

เกลือสินเธาว์ ได้จากการเอาส่าเกลือหรือดินที่มีรสเค็มมาละลายน้ำ กรองเอาดินทรายออก แล้วต้มเดียวจนงวด มีสีเทาขาว เกลือชนิดนี้ไม่มีธาตุไอโอดีน พบมากทางภาคอีสาน ใช้ปรุงอาหารได้เหมือนกัน

ปัจจุบันมีเกลืออีกชนิดหนึ่งเรียกว่า เกลือป่นหรือเกลือโต๊ะ ซึ่งก็ไม่ใช่เกลือที่แปลกใหม่แต่อย่างใด เป็นเกลือที่เขาป่นละเอียดแล้วเติมสารกันการจับเป็นก้อนของเกลือไปด้วย เหมาะที่จะบรรจุขวดเล็กๆ ตั้งบนโต๊ะเพื่อเหยาะเติมรส เกลือมีประโยชน์ในการปรุงรสและการหมัก ดอง เพื่อถนอมอาหาร

2.5 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นน้ำตาลซูโครสที่บริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 (จิตธนา และ อรอนงค์, 2539) มีสูตรโมเลกุลว่า $C_{12}H_{22}O_{11}$ เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) เกิดจากการจับตัวของน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสมีน้ำหนักโมเลกุล 342 หน่วย ในสภาวะที่มีความร้อนสูงหรือมีน้ำย่อย หรือมีสภาพกรด/เบสสูงก็จะมีผลให้เกิดการแตกตัวเป็นน้ำตาลเดี่ยวทั้งสอง (และก็จะดำเนินปฏิกิริยาแตกต่างออกไปจะได้สารประกอบต่าง ๆ หลายชนิด ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด เบส) ปกติน้ำตาลบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปผลึกแบบ monoclenic ไม่มีสีและมีลักษณะโปร่งแสง เมื่อพืชสังเคราะห์จะสร้างแป้งเพื่อเก็บไว้เป็นอาหาร แต่ในพืชบางชนิดสามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ในปริมาณสูงและเก็บไว้ในลำต้นหรือหัวได้ เช่น อ้อย หรือพืชหัว เมื่อพืชประเภทนี้มาสกัดโดยน้ำ น้ำตาลก็จะละลายออกมาและเมื่อทำการสกัดสิ่งแปลกปลอมออก ก็สามารถตกผลึกน้ำตาลออกมาได้. น้ำตาลจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานแล้ว ยังมีหน้าที่อื่นๆ อีกมากที่หาสารอื่นๆ ทดแทนไม่ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำตาลมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น ความหนืด ความแวววัน เป็นต้น ในประเทศไทยมีการใช้น้ำตาลในอุตสาหกรรมอาหารและยาโดยกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องดื่มเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้มากที่สุด สิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากการแตกตัวของน้ำตาลทรายที่อุตสาหกรรมอาหารมักประสบปัญหาเสมอก็คือ สภาพการเกิดสี เช่น สีชมพู สีแดง หรือสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว การนำน้ำตาลไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อที่จะให้ความหวานนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องรู้หลักการหรือคุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ของน้ำตาลและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อที่ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ (กล้าณรงค์, 2542) น้ำตาลซูโครสจะมีคุณสมบัติการให้ความหวานที่ถูกกำหนดให้เป็นค่ามาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 100 หน่วย (สารละลายร้อยละ 20) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่นๆ ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิเดียวกัน จะได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ

ชนิดของตาล	ความหวาน (หน่วย)
น้ำตาลฟรักโทส	140-175
น้ำตาลฟรักโทสและกลูโคส (Invert sugar)	100-130
น้ำตาลซูโครส	100
น้ำตาลกลูโคส (Anhydrous)	70-75
น้ำตาลกลูโคส (Monohydrate)	60-75
น้ำตาลมอลโทส	30
น้ำตาลแล็กโทส	15

ที่มา: Eisenberg (1955)

2.6 น้ำส้มสายชู

2.6.1 น้ำส้มสายชู (vinegar) หรือกรดแอซีติก (acetic acid) เป็นสารละลายใส มีสีหรือไม่มีสีขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชาวโรมันและกรีกได้นำน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้จากการปล่อยไวน์ทิ้งไว้ให้เกิดการหมักในธรรมชาติ มาทำเจือจางและใช้เป็นเครื่องดื่ม ในปัจจุบันน้ำส้มสายชูเป็นเครื่องปรุงรสที่ผลิตได้จากวัตถุดิบพวกแป้งหรือน้ำตาล โดยกระบวนการหมัก 2 ระยะ คือการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยยีสต์สายเชื้อ Saccharomyces cerevisiae หลังจากนั้นจึงเป็นการออกซิไดส์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติกโดยแบคทีเรีย Acetobacter (Adams, 1985)ซึ่งน้ำส้มสายชูจะต้องประกอบด้วยกรดแอซีติกไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร หรือ 4เปอร์เซ็นต์ และเอทานอลไม่มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) (Frazier and Westhoff,1988) น้ำ ส้มสายชูหรือที่ชาวบ้านเรียกว่ากรดน้ำส้มนั้น เป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่ใช้เป็นประจำทุกครอบครัว นอกจากจะช่วยปรุงแต่งรสอาหารแล้ว ยังช่วยระบบการย่อย การดูดซึมอาหารของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จิราภรณ์ และคณะ, 2529 ; ปัญญา, 2530)

ส้มสายชูตามคำจำกัดความของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใส ทำจากวัตถุดิบที่เหมาะสม เช่น ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือกากน้ำตาล น้ำส้มสายชูที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรับรองให้มาตรฐาน มี 2 ชนิด คือ น้ำส้มสายชูหมัก (fermented vinegar) และน้ำส้มสายชูกลั่น (distilled หรือ spirit vinegar) (จิราภรณ์ และคณะ, 2529)

2.6.1.1 น้ำส้มสายชูหมัก (fermented vinegar) หมายถึงน้ำส้มสายชู ที่ได้จากการหมักธัญพืช ผลไม้ หรือน้ำตาล ด้วยส่าหรือยีสต์เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ แล้วหมักต่อด้วยเชื้อน้ำส้มสายชูน้ำส้มสายชูหมักจัดเป็นน้ำส้มสายชูที่มีกลิ่นหอมและรสชาติดี มีสีต่างกันตามสีของวัตถุดิบกลิ่นหอมของน้ำส้มสายชูหมักนี้มาจากสารบางชนิดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก และกลิ่นรสจะดียิ่งขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ๆ

2.6.1.2 น้ำส้มสายชูกลั่น (distilled vinegar หรือ spirit vinegar หรือ white vinegar) เป็นน้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำน้ำสุราขาวเจือจาง หรือแอลกอฮอล์เจือจางมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู โดยมีการเติมเกลือแร่และอาหารเสริมที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อน้ำส้มสายชูกลั่น นอกจากจะได้จากกรรมวิธีข้างต้นแล้ว ยังอาจได้จากการนำน้ำส้มสายชูหมักมากลั่นอีกครั้งหนึ่งน้ำส้มสายชูกลั่นที่ได้มีลักษณะใส ไม่มีสี และขาดกลิ่นรสบางอย่างที่พบในน้ำส้มสายชูหมัก

2.6.1.3 น้ำส้มสายชูเทียม เป็นสารละลายที่ได้จากการผสมกรดแอซีติก ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นทางเคมีในน้ำบริสุทธิ์ ให้มีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 4 กรัมแต่ไม่เกิน 7 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส น้ำส้มสายชูเทียมเป็นน้ำส้มสายชูที่มีราคาถูก มีความบริสุทธิ์สูง แต่ขาดกลิ่นรสที่ดี นอกจากนี้ยังมีน้ำส้มสายชูอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นมา เรียกว่าน้ำส้มสายชูปลอม ซึ่งได้จากกรดอนินทรีย์ที่มีพิษร้ายแรง เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ ซึ่งมีราคาถูกมาเจือจางกับน้ำแทนที่จะใช้หัวน้ำส้มพวกกรดแอซีติกล้วน (Glacial acetic acid) ซึ่งมีราคาแพงมาผสมน้ำถ้ารับประทานน้ำส้มสายชูปลอมเข้าไปจะทำให้เยื่อบุกระเพาะและลำไส้อักเสบ อาจทำให้เป็นโรคกระเพาะเรื้อรัง และยังบั่นทอนระบบประสาท ตลอดจนระบบการย่อยอาหารอีกด้วยในน้ำส้มสายชูปลอมนอกจากจะมีอันตรายจากความเข้มข้นของกรดแล้ว ยังอาจมีสารปนเปื้อนอื่น ๆ เช่น ปรอท ตะกั่วและสารหนู ซึ่งล้วนเป็นอันตรายทั้งสิ้น (ปัญญา, 2530; พรพรรณ, 2537)

2.6.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูต้องเป็นวัตถุดิบที่ไม่เป็นพิษ ประกอบด้วย น้ำผลไม้ หรือสารละลายน้ำตาลที่หมักได้สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูได้ วัตถุดิบหลายชนิดที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูได้ เช่น แอปเปิล กล้วย เปลือกกล้วย มะม่วงหิมพานต์ ยางโกโก้ น้ำมะพร้าว เนื้อเมล็ดกาแฟ อินทผลัม เอทานอล องุ่น เมล็ดธัญพืช น้ำผึ้ง ขนุน ลูกพลับ ข้าวมอลต์ มะม่วง ผลิตภัณฑ์เมเปิล หางนม กากน้ำตาล ส้ม ปาล์ม ลูกท้อ ลูกแพร์ สับปะรด ลูกพลัมแห้ง ข้าว น้ำอ้อย มันเทศ มะขาม ชา มะเขือเทศ แตงโม และไวน์ (Adam, 1985 ; Ghose and Bhadra, 1985)

2.6.3 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำส้มสายชู เนื่องจากน้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก 2 ขั้นตอน คือการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และการออกซิไดส์ เอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก ดังนั้นจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักน้ำส้มสายชูจึงมี 2 ชนิด คือ ยีสต์และแบคทีเรีย โดยยีสต์จะเป็นตัวเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ยีสต์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งให้แอลกอฮอล์ในปริมาณสูง หลังจากนั้นแบคทีเรียจะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก ในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิระหว่าง 15–34 องศาเซลเซียส โดยแบคทีเรียที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู คือ Acetobacter sp. (พวงพร, 2530)

ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูนอกเหนือจาก *S. cerevisiae* แล้วยังอาจใช้ยีสต์ชนิดอื่น ๆ เช่น ในการผลิต wine vinegar จะเลือกใช้ยีสต์ S.ellipsoideus การผลิต malt vinegar จะใช้ยีสต์ S. cerevisiae ที่ได้จากการผลิตเบียร์และบางครั้งอาจมีการเติม S.diastaticus เพื่อช่วยเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่เชื้อ S. cerevisiae ใช้ไม่หมด นอกจากนี้ยังอาจใช้เชื้อ S. carlsbergensis ในการผลิตก็ได้ (อรพิน, 2526) แต่ก็มีแบคทีเรียหลายชนิดสามารถผลิตกรดแอซีติกได้ แต่ก็มีแบคทีเรียเพียงกลุ่มเดียวคือ acetic acid bacteria ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชู แบคทีเรียในกลุ่ม acetic acid bacteria นี้มี 2 สกุลด้วยกันคือ Acetobacter และ Gluconobacter (Acetomonas) แบคทีเรีย 2 สกุลนี้แตกต่างกันคือ Gluconobacter จะออกซิไดส์เอทานอลให้เป็นกรดแอซีติกแต่เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ Acetobacter สามารถออกซิไดส์เอทานอลให้เป็น กรดแอซีติกและน้ำเรียกกระบวนการนี้ว่า overoxidation (Frazier and Westhoff, 1988) ซึ่งในการผลิตน้ำส้มสายชูส่วนใหญ่จะใช้เชื้อ Acetobacter โดยจะเลือกใช้เฉพาะสายเชื้อที่ให้กรดแอซีติกสูงกว่า 4 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร เท่านั้น และเรียกแบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูว่า เชื้อน้ำส้มสายชู

จุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในระบบการเลี้ยงเชื้อแบบผสม (mixed culture system) เพื่อการผลิตกรดแอซีติกคือ Clostridium thermocellum ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง (thermophile) ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ และสร้างสปอร์ได้อุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อนี้คือใกล้ 60 องศาเซลเซียส บทบาทสำคัญของเชื้อนี้ในการผลิตกรดแอซีติกคือ สามารถเจริญได้เร็วและเปลี่ยนแหล่งวัตถุดิบพวกคาร์บอนให้เป็นอะซิเตตได้ดีกว่าเอทานอล นอกจากนี้ยังได้มีการคัดเลือกจุลินทรีย์เพื่อนำเลี้ยงร่วมกับ C. thermocellum เพื่อช่วยให้เชื้อแบคทีเรียนี้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตที่ต้องการได้ดีขึ้น (Zeikus, 1980) เช่นการใช้เชื้อแบคทีเรีย Acetogenium kivui เลี้ยงร่วมกันกับ C. thermocellum เพื่อผลิตกรดแอซีติก แต่พบว่า

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผลผลิตที่ได้น้อยมาก และค่าใช้จ่ายในการแยกผลิตภัณฑ์ออกมาก็ค่อนข้างยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูทั่ว ๆ ไป (Weimer, 1991)

2.6.4 ปฏิกิริยาการเกิดน้ำส้มสายชู กระบวนการหมักเพื่อให้ได้กรดแอซีติกหรือน้ำส้มสายชูเป็นปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกเป็นการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยเชื้อยีสต์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติในวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก หรือจากการใส่เชื้อยีสต์ลงไปในกระบวนการหมัก (ปัญญา, 2530 ; Frazier and Westhoff, 1988) ดังสมการ

ยีสต์

$C_6H_{12}O_6$ ----------> $2CO_2 + 2C_2H_5OH$ + พลังงาน

น้ำตาลหรือน้ำผลไม้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เอทิลแอลกอฮอล์

ขั้นตอนที่สองเป็นปฏิกิริยาการออกซิไดส์เอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติกหรือน้ำส้มสายชูโดยการทำงานของเชื้อแบคทีเรียภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

Acetobacter sp.

$C_2H_5OH + O_2$ ----------> $CH_3COOH + H_2O$

เอทิลแอลกอฮอล์ ออกซิเจน กรดแอซีติก น้ำ

ปฏิกิริยาการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์เป็นกรดแอซีติกหรือน้ำส้มสายชูนั้นเป็นปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน โดยสรุปดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่งเป็นการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นแอซีตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) โดยการทำงานของเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase) ดังสมการต่อไปนี้

alcohol

$CH_3CH_2OH + O$ ----------> $CH_3CHO + H_2O$ (1)

dehydrogenase

เอทานอล แอซีตัลดีไฮด์

ACM 641.83 ท218ก 2553 จ.2
ศศิณัย บันเทา
การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชู
ครีมจากไข่ขาวเพื่อสุขภาพ : จ
32000001006628 1334

ขั้นตอนที่สองเป็นการเปลี่ยนแอซีตัลดีไฮด์ให้เป็นกรดแอซีติกโดยปฏิกิริยาจะแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการเปลี่ยนแอซีตัลดีไฮด์ให้เป็นไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์ (hydratedacetaldehyde) ดังสมการ

$$CH_3CHO + H_2O \text{ ----------> } CH_3\text{-}C(H)(OH)(OH) \quad (2)$$

แอซีตัลดีไฮด์ ไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์

จากนั้นโปรตอน 2 ตัวของไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์จะถูกกระตุ้นและส่งผ่านไปยังอะตอมของออกซิเจนโดยเอนไซม์แอซีตัลดีไฮด์ดีไฮโดรจีเนส ดังสมการ

$$CH_3\text{-}C(H)(OH)(OH) + O_2 \text{ ----------> } CH_3COOH + H_2O \quad (3)$$

(acetaldehyde; dehydrogenase)

ไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์ กรดแอซีติก

นอกจากนี้การเกิดกรดแอซีติกอาจเกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนโดย แอซีตัลดีไฮด์ 2 โมเลกุลจะทำปฏิกิริยากัน โดยเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Cannizaro dismutation reaction ทำให้ได้กรดแอซิติกและเอทานอลอย่างละ 1 โมเลกุล (Ghose and Bhadra, 1985)
ดังสมการต่อไปนี้

$$2CH_3CHO + H_2O \text{ ----------> } C_2H_5OH + CH_3COOH \quad (4)$$

แอซีตัลดีไฮด์ เอทานอล กรดแอซีติก

เอทานอลที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้จะกลับไปสู่ปฏิกิริยาที่หนึ่งใหม่ได้และเกิดเป็น กรดแอซิติกในที่สุด ในทางทฤษฎีพบว่าเอทานอล 1 ลิตร สามารถเปลี่ยนเป็นกรดแอซิติกได้ 1.036 กิโลกรัม และน้ำ 0.313 กิโลกรัม (Adams, 1985) และในกระบวนการผลิตจะต้องมีออกซิเจนอยู่เพียงพอ หากออกซิเจนไม่เพียงพอและความเข้มข้นของกรดแอซีติกและเอทานอลสูงจะทำให้เซลล์แบคทีเรียตายได้ ระดับความเข้มข้นของกรดแอซีติกและเอทานอลสูงสุดไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์

ในกระบวนการหมัก ปัจจุบันสายเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพ จะผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด 13–14 เปอร์เซ็นต์ (ดุษณี, 2546)

น้ำส้มสายชูที่ผลิตได้ปกติจะมีลักษณะขุ่น จึงจำเป็นต้องทำให้ใสโดยการกรองหรือใช้สารทำให้ใส (fining agent) ในการกรองจะใช้ diatomaceus earth หรือ ultrafiltration ซึ่งการกรองจะช่วยกำจัดสารแขวนลอยต่าง ๆ เช่นแบคทีเรียและอื่น ๆ ส่วนการทำน้ำส้มสายชูให้ใสโดยใช้สารทำให้ใสจะใช้เบนโทไนต์ (bentomite) เป็นส่วนใหญ่ โดยจะใช้ในปริมาณ 500–3,000 กรัม ต่อน้ำ ส้มสายชู 1,000 ลิตร ปริมาณที่ใช้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้ โดยจะใส่เบนโทไนต์ลงไปและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาหลายชั่วโมง จนกระทั่งน้ำส้สายชูใสและสะดวกต่อการกรอง (อรพิน, 2526 ; Ebner, 1982 ; Ebner and Follmann, 1983) น้ำส้มสายชูที่ได้มีลักษณะใสขึ้น การเก็บน้ำส้มที่ได้ควรใส่ภาชนะปากแคบ เพื่อป้องกันไม่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำส้มลดลง เนื่องจากการ Oxidation (ดุษณี, 2546)

กรดอินทรีย์ที่ใส่ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นคอเลสเตอรอลต่ำเป็นส่วนสำคัญที่ป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์โดยส่วนใหญ่จะใช้น้ำส้มสายชูกลั่น น้ำส้มสายชูกลั่นเป็นกรดอินทรีย์ที่มีราคาถูกถ้ามีการเติมกรดน้ำส้ม (acetic acid) จะทำให้ ซาลโมเนลลา ที่ปนเปื้อนมามีความสามารถในการต้านทานความร้อนลดลง แต่จะมีข้อเสียคือทำให้คุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ของไข่แดงเสียไปในระหว่างการฆ่าเชื้อ การใช้น้ำส้มสายชูควรมีการกำจัดโลหะหนักในน้ำส้มสายชูออกเพราะจะเป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์ (oxidised) ของน้ำมัน น้ำสลัดบางยี่ห้อใช้น้ำมะนาว เพื่อให้กลิ่นรสมะนาว หรือบางส่วนเพื่อเหตุผลในการโฆษณา น้ำส้มสายชูไซเดอร์ (cider vineger)น้ำส้มสายชูมอลต์ (malt vinegar) และน้ำส้มสายชูไวน์ มีราคาแพงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่นแต่ให้กลิ่นรสที่ดีขึ้น โดยทั่วไปน้ำส้มสายชูเหล่านี้จะมีสีคล้ำ เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ก็จะมีสีคล้ำด้วย อาจจะแก้ไขได้โดยใช้ถ่านกรองเพื่อฟอกสี แต่ก็จะทำให้กลิ่นที่ดีถูกดูดไปด้วย (มะลิ, 2534)

2.7 มะนาว

มะนาว (อังกฤษ: lime) เป็นไม้ผลชนิดหนึ่ง ผลมีรสเปรี้ยวจัด จัดอยู่ในสกุล ส้ม (Citrus) ผลสีเขียว เมื่อสุกจัดจะเป็นสีเหลือง เปลือกบาง ภายในมีเนื้อแบ่งกลีบๆ ชุ่มน้ำมาก นับเป็นผลไม้ที่มีคุณค่า นิยมใช้เป็นเครื่องปรุงรส นอกจากนี้ยังถือว่ามีคุณค่าทางโภชนาการและทางการแพทย์ด้วย

2.7.1 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะของต้นมะนาวผลมะนาวโดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 – 4.5 เซนติเมตร ต้นมะนาวเป็นไม้พุ่มเตี้ย สูงเต็มที่ราว 5 เมตร ก้านมีหนามเล็กน้อย มักมีใบดก ใบยาวเรียวเล็กน้อย คล้ายใบส้ม ส่วนดอกสีขาวอมเหลือง ปกติจะมีดอกผลตลอดทั้งปี แต่ในช่วงหน้าแล้ง จะออกผลน้อย และมีน้ำน้อย

มะนาวเป็นพืชพื้นเมืองในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผู้คนในภูมิภาคนี้รู้จักและใช้ประโยชน์จากมะนาวมาช้านาน น้ำมะนาวนอกจากใช้ปรุงรสเปรี้ยวในอาหารหลายประเภทแล้ว ยังนำมาใช้เป็นเครื่องดื่ม ผสมเกลือ และน้ำตาล เป็นน้ำมะนาว ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศทั่วโลก นอกจากนี้เครื่องดื่มแอลกอฮอล์บางชนิดยังนิยมฝานมะนาวเป็นชิ้นบางๆ เสียบไว้กับขอบแก้ว เพื่อใช้แต่งรส

ในผลมะนาวมีน้ำมันหอมระเหยถึงร้อยละ 7 แต่กลิ่นไม่ฉุนอย่างมะกรูด น้ำมะนาวจึงมีประโยชน์สำหรับใช้เป็นส่วนผสมน้ำยาทำความสะอาด เครื่องหอม และการบำบัดด้วยกลิ่น (aromatherapy) หรือน้ำยาล้างจาน ส่วนคุณสมบัติที่สำคัญ ทว่าเพิ่งได้ทราบเมื่อไม่ช้านานมานี้ (ราวคริสต์ศตวรรษที่ 19) ก็คือ การป้องกันและรักษาโรคลักปิดลักเปิด ซึ่งเคยเป็นปัญหาของนักเดินเรือมาช้านาน ภายหลังได้มีการค้นพบว่าสาเหตุที่มะนาวสามารถช่วยป้องกันโรคลักปิดลักเปิด เพราะในมะนาวมีวิตามินซีเป็นปริมาณมาก

2.7.2 ชื่อของมะนาว

มะนาวก็เหมือนกับส้มทั้งหลาย ที่มีปัญหาในการจัดหมวดหมู่และแยกแยะทางอนุกรมวิธาน สำหรับชื่อวิทยาศาสตร์ที่ค้นเคยของมะนาว ก็คือ *Citrus aurantifolia* Swingle หรือ "Citrus aurantifolia" (Christm & Panz) Swing." แต่ยังมีชื่ออื่นๆ อีก ดังนี้

C. acida Roxb.

C. lima Lunan

C. medica var. acida Brandis และ

Limonia aurantifolia Christm

สำหรับชื่อสามัญนั้น ในหลายภาษาก็เรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่น ในภาษาอังกฤษ เรียก Mexica lime, West Indian lime, และ Key lime หรือเรียก lime สั้นๆ ก็ได้ สาเหตุที่มีหลายชื่ออาจเป็นเพราะเป็นพืชต่างถิ่น จึงไม่มีชื่อดั้งเดิมในภาษานั้นๆ ทำให้เกิดการเสนอชื่ออื่นๆ มาหลายชื่อก็เป็นได้ ส่วนในประเทศไทยยังเรียกอีกหลายชื่อ เช่น โกรยชะม้า, ปะนอเกล, ปะโหน่งกลยาน, มะนอเกละ, มะเน้าค์เล, มะลิ่ว, ส้มมะนาว, ลีมานีปีห์, หมากฟ้า

อนึ่ง คำว่า เลมอน (lemon) ในภาษาอังกฤษ หมายถึง ผลส้มอีกชนิดหนึ่ง ที่หัวท้ายมน ไม่ใช่ผลกลมอย่างมะนาวที่เรารู้จักกันดี สำหรับ มะนาวเทศ (*Triphasia trifolia*) นั้น เป็นพืชในวงศ์เดียวกัน (Rutaceae) กับมะนาว แต่ต่างสกุล ส่วน มะนาวควาย หรือ ส้มซ่า (Citrus medica Linn. Var. Linetta.) เป็นพืชสกุลส้มเช่นเดียวกัน แต่ต่างชนิด (สปีชีส์) กัน

ส้มนาวเป็นภาษาใต้ที่ใช้เรียกมะนาว เช่นเดียวกับทางภาคอีสานเรียกผลไม้บางอย่างว่า"บัก" ในการขึ้นต้น เช่นบักม่วงที่หมายถึงมะม่วง คำว่าส้มในภาษาใต้จะใช้เรียกผลไม้บางชนิดที่มีรสเปรี้ยว อย่าง ส้มนาว ส้มขาม เป็นต้น

2.7.3 พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

2.7.3.1 มะนาวไข่ ผลกลม หัวท้ายยาว มีสีอ่อนคล้ายไข่เป็ด ขนาด 2-3 เซนติเมตร เปลือกบาง

2.7.3.2 มะนาวแป้น ผลใหญ่ ค่อนข้างกลมแป้น เปลือกบาง มีน้ำมาก นิยมใช้บริโภคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

2.7.3.3 มะนาวหนัง ผลอ่อนกลมยาวหัวท้ายแหลม เมื่อโตเต็มที่ผลจะมีลักษณะกลมค่อนข้างยาว มีเปลือกหนา ทำให้เก็บรักษาผลได้นาน

2.7.3.4 มะนาวทราย ทรงพุ่มสวยใช้เป็นไม้ประดับ ให้ผลตลอดปีแต่ไม่ค่อยนิยมบริโภค เพราะน้ำมีรสขมเจือปนมะนาวพันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ มะนาวฮิตาชิ, มะนาวหวาน, มะนาวปีนัง, มะนาวโมพี, มะนาวพม่า, มะนาวเตี้ย และมะนาวหนัง เป็นต้น (มะนาวบางพันธุ์อาจเรียกได้หลายชื่อ แต่ในที่นี้ไม่ได้สืบค้นเพื่อจำแนกเอาไว้

2.8 มัสตาร์ด (Mustard)

มัสตาร์ดมีคุณสมบัติที่จะช่วยให้ไขมันรวมตัวกับน้ำได้ดีขึ้น โดยเฉพาะตำรับที่ใช้ไข่น้อย มัสตาร์ดจะช่วยได้มาก แต่สำหรับตำรับที่ใช้ไข่มากความสำคัญของมัสตาร์ดจะน้อยลง แต่อย่างไรก็ดี มัสตาร์ดก็ให้กลิ่นแรงมากเมื่อสัมผัสน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำมัน allyl isothiocyanate เกิดขึ้นโดยการทำงานของเอนไซม์ glucosidase การเก็บไว้นานจะทำให้กลิ่นลดลง การทำลายเอนไซม์โดยนำมัสตาร์ดไปแช่น้ำส้มสายชูก่อนนำไปใช้จะช่วยให้รักษากลิ่นไว้ได้นานขึ้น นอกจากจะใช้มัสตาร์ดโดยตรงแล้วอาจใช้น้ำมัน allyl isothiocyanate แทนก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีกลิ่นมัสตาร์ดแรง และไม่มีจุดดำเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ ได้อย่างน้อย 3 เดือน โดยไม่ทำให้กลิ่นเสียไป นอกจากส่วนผสมที่ได้กล่าวมาแล้ว ก็มีการใส่เกลือและน้ำตาลลงไปในมายองเนสด้วย แต่ปริมาณ

ไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำอยู่ในมายองเนสเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น การใส่เกลือและน้ำตาลเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายสูงมากและช่วยลดค่า aw ในมายองเนสให้มีค่าประมาณ 0.92 เพราะสารทั้งสองนี้ละลายในน้ำเท่านั้น ส่วนเครื่องเทศอื่น ๆ ที่ใช้กันคือ กระเทียมผง หอมผง และอบเชยผง (ฉรงค์ และ อัญชนีย์, 2528)

2.9 นมข้น (Condensd milk)

นมข้นหมายถึงนมสดที่ระเหยเอาน้ำบางส่วนออกและอาจทำให้หวานโดยเติมน้ำตาล นมข้นมี 2 ชนิด ได้แก่

2.9.1 นมข้นไม่หวาน (Unsweeten condensed milk) หรือเรียกว่านมข้นจืด หรือนมระเหย น้ำได้จากการทำให้น้ำระเหยออกจากน้ำนมประมาณร้อยละ 60 ทำให้น้ำนมข้นขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 17.5 และวิตามินดีไม่เกินร้อยละ 0.1

2.9.2 นมข้นหวาน (sweeten condensed milk) ได้จากการระเหยน้ำบางส่วนออกจากน้ำนม และทำให้มีรสหวานโดยการเติมน้ำตาล นมข้นหวานมีไขมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ปริมาณน้ำตาลประมาณ ร้อยละ 45-50 (อบเชย, 2544)

2.10 พริกไทย (Pepper)

พริกไทย ชื่อสามัญ / ชื่ออังกฤษ Pepper ชื่อวิทยาศาสตร์ Piper nigrum Linn. วงศ์ Piperraceae ชื่ออื่น/ ชื่อท้องถิ่น พริกน้อย(เหนือ) พริก(ใต้) พริกขี้นก พริกไทยดำและพริกไทยล่อน

2.10.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พริกไทยเป็นไม้เถาเลื้อยยืนต้น ลำต้นมีข้อ ซึ่งบริเวณข้อใหญ่กว่าลำต้นจนเห็นได้ชัดเจน ลำต้นอ่อนมีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามอายุที่เพิ่มขึ้น รากของพริกไทยมีสองชนิด คือรากหาอาหารที่อยู่ใต้ดิน กับรากที่ทำหน้าที่ยึดลำต้นกับหลักซึ่งอาจจะเป็นไม้ยืนต้นอื่นหรือไม้ค้างเพื่อให้เลื้อยเติบโตต่อไปได้

ใบของพริกไทยเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับตามข้อและตามกิ่ง ใบเป็นรูปไข่ โคนใบใหญ่ใบกว้างประมาณ 6-10 ซ.ม. ยาว 7-14 ซ.ม. ลักษณะคล้ายใบพลู ผิวใบเรียบเป็นมัน ขนาดและลักษณะของใบจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ออกดอกเป็นช่อในแนวยาวตรงข้ามกับใบ ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยประมาณ 70-85 ดอก ช่อดอกอ่อนมีสีเหลืองอมเขียว เมื่อแก่จะมีสีเขียวและปลายช่อห้อยลง ผลของพริกไทยมีลักษณะกลม เรียงตัวกันเป็นพวงอัดแน่นอยู่กับแกนช่อมีรสเผ็ด

ร้อน ผลอ่อนมีสีเขียวผลสุกจะมีสีส้มแดง ผลที่นำมาใช้มีสองชนิด คือ พริกไทยดำ และพริกไทยล่อน พริกไทยดำทำได้โดยเก็บผลที่โตเต็มที่มีสีเขียวแก่มาตากจนแห้ง ซึ่งจะได้พริกไทยสีดำเหี่ยว ส่วนพริกไทยล่อนคือการเก็บผลพริกไทยที่เริ่มสุกมาแช่น้ำแล้วนำมานวดเพื่อลอกเปลือกออก แล้วตากแดดจะได้ผลพริกไทยมีสีขาวเป็นเงา

พันธุ์พริกไทยที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 6 พันธุ์ คือ พันธุ์ใบหนา พันธุ์ควายขวิดพันธุ์บานแก้ว พันธุ์ปรางถี่ธรรมดา พันธุ์ปรางถี่ใบหยิก พันธุ์คุชชิง (คำนึง, 2541)

2.11 ผักที่ใช้ทำสลัด

ผักที่ใช้ทำสลัดควรจะใช้ผักที่กินสดๆได้อร่อยคือมีความกรอบและหวาน ไม่มีกลิ่นแรง ถ้าใช้ผักประเภทหัว เช่น มันฝรั่ง แครอท หรือพวกถั่วฝักยาว ถั่วแขก ควรเลือกผักที่มีความแก่พอดีและต้องต้มให้สุกนุ่ม ผักที่ใช้เป็นพื้นกับสลัดคือ ผักกาดหอม ผักกาดขาวปลี กะหล่ำปลี (ใช้แต่ใบ)

2.11.1 แตงกวา แตงกวาลักษณะเป็นผลยาวรีขนาดผล ยาว 4-6 ซม. ปลูกได้ตลอดปี แตงกวาเป็นผักทีปลูกง่ายให้ผลเร็ว เราจะเห็นมีขายตรอดปี นิยมรับประทานทั้งดิบและสุก ไม่ควรปอกเปลือกออกเมื่อรับประทานดิบ เพราะเนื้อส่วนที่ติดกับเปลือกนั้นมีประโยชน์

2.11.2 แตงร้าน มีลักษณะเหมือแตงกวา แตงมีผลใหญ่และยาวกว่ามักใช้กินสดๆ เป็นสลัดผัก แตงร้านมี 2 ชนิดคือ ชนิดผลยาวผิวบางเหมาะที่จะรับประทานสด หรือต้มจืดหรือผัด อีกชนิดหนึ่งมีผิวหนาคลุคละนิยมนำไปดองหมักเกลือ รับประทานกับเนื้อสัตว์หรือเป็นเครื่องปรุงในซอสคนจีนนิยมดองหวานกับข่าทำฮั่วน่ำฉ่ายรับประทานกับข้าวต้มร้อนๆ

2.11.3 กะหล่ำดาว เป็นผักที่มีชุกในฤดูหนาวอยู่ในเดียวกันกับกะหล่ำปลีแต่กะหล่ำปลีใบอ่อน จะห่อกันเป็นหัวที่ยอดดังนั้นจะมีเพียงหัวเดียว ส่วนกะหล่ำปลีดาวจะห่อกันเป็นหัวนี้เป็นยอดที่แตงจากตาที่ลำต้น ดังนั้นต้นหนึ่งจะมีกะหล่ำปลีดาวหลายหัวแต่เป็นหัวเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว การเลือกซื้อควรเลือกหัวแน่นๆสีสดใส แต่ที่มีจำหน่ายในตลาดปัจจุบันเป็นยอดอ่อนจากตาตามลำต้นของกะหล่ำปลีของกะหล่ำปลีที่ตัดหัวไปจำหน่ายแล้วก็มีและเป็นตาจากกะหล่ำดาวก็มี แต่อากาศเย็นไม่พอจึงไม่เกาะตัวแน่นตามลักษณะที่ควรจะเป็นผู้ขายจึงเรียกชื่อเสียใหม่ว่า แขนงผัก ซึ่งใช้เป็นอาหารได้ดี แต่ควรเลือกที่สดใหม่ ไม่มีรอยช้ำ ผักเหล่านี้ถ้าแน่จะเหม็น

2.11.4 พริกหวาน ส่วนใหญ่มีรูปร่างอ้วน กลม และพองป่องรวมกันที่จุดปลายผล เป็นพริกที่ไม่ค่อยเผ็ด มีรสหวาน พันธุ์ Bell Pepper มีสีเขียวสด นิยมนำไปรับประทานสด หรือทำบาร์บีคิว ผัดเนื้อน้ำมันหอย แต่ถ้าบรรจุกระป๋องนิยมเก็บผลที่มีสีแดง โดยนำไปทำ

พริกผง หรือใช้ประดับตกแต่งอาหารให้น่ารับประทาน เช่น อาหารพวก ไข่ เนื้อ เป็ด ไก่ ปลา มันฝรั่ง สลัด พริกยักษ์จะมีมากช่วงเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ ควรเลือกที่มีสีเขียวเข้ม สด อาจสังเกตที่ ขั้วพริกดูสดไม่เหี่ยว ผลกลมป้องสม่ำเสมอ

2.11.5 แอบเปิ้ล มีหลายพันธ์ ซึ่งจะให้สีที่ต่างกันคือ สีเขียว แดง เหลือง ความเข้มของสีขึ้นกับแต่ละพันธุ์ โดยมากจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.11.5.1 ประเภทที่รับประทานสด ได้แก่ พันธุ์ Cox's Orange Pipin ,Worcester Pearmain เป็นต้น

2.11.5.2 ประเภทที่ใช้ในการปรุงอาหาร ได้แก่ พันธุ์ Newton wonder , Mc Intosh เช่น เสิร์ฟเป็นสลัดรับประทานกับเนยแข็ง อบทั้งผลทำพาย

แอบเปิ้ลเมื่อปอกเปลือกทิ้งไว้ เนื้อจะเป็นสีน้ำตาลคล้ำ ควรจะแช่น้ำมะนาว หรือแช่ในน้ำเชื่อม การเลือกซื้อควรเลือกผลที่มีผิวเรียบ ไม่มีรอยช้ำเป็นตำหนิสีน้ำตาล

2.11.6 ลูกเกด คือลูกองุ่นแห้ง เป็นองุ่นพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด ตามภาษาอังกฤษเรียกว่า เรซิน Raisin มี 2 พันธุ์ คือพันธุ์ที่มีสีน้ำตาลเข้มและพันธุ์ที่มีสีเหลืองทอง ลูกเกดสีน้ำตาลเข้มจะมีรสออกเปรี้ยวมากกว่าลูกเกดสีเหลืองทอง ทั้ง 2 พันธุ์นอกจากจะตากแห้งแล้วนำมาใช้ในการทำขนมอบ และขนมหวานต่าง ๆ ยังเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำเหล้าองุ่นหวานด้วย และยังมีองุ่นแห้งอีกชนิดหนึ่งเรียก เคอเร็นท์ current ชนิดนี้จะคล้ายลูกเกด แต่มีผลเล็กกว่า มีสีม่วงอมดำ ใช้ในการทำขนมอบและขนมหวานเช่นกัน

2.11.7 หัวผักกาดแดง หรือแรดิช (radish) นิยมกินสดจะมีเฉพาะในฤดูหนาว ซึ่งค่อนข้างหายาก

2.11.8 มะเขือเทศ นิยมมะเขือเทศผลใหญ่ เลือกสุกกำลังดี

2.11.9 หอมหัวใหญ่ เลือกหัวขนาดกลางดีกว่า เพราะเนื้อแน่นกว่าหัวใหญ่ หัวใหญ่เนื้อจะฟ่อ และหัวเล็กอาจอ่อนไปหรือยังแก่ไม่ได้ที่

2.11.10 แครอท นิยมใช้ขนาดกลาง หัวตรง ทำสลัด ทั้งประเภทสด และต้มสุก

2.11.11 ผักกาดหอม นิยมใช้ทำสลัด พันธุ์ดั้งเมที่ปลูกกันมา ใบเรียบสีเขียวอ่อน แต่ระยะหลังนิยมพันธุ์ใบหยกเป็นพวง สีเข้มกว่าชนิดแรก ใบจะหนากว่าชนิดแรกด้วย แต่อย่างไรก็ตามยังจัดว่าเป็นผักใบบาง เหี่ยวเฉาได้ง่าย เมื่ออายุมากจะมีรสขมและใบกระด้าง จึงควรเลือกใช้ผักกาดหอมที่ยังหอมอยู่ สังเกตได้จากลำต้น ถ้าลำต้นสั้นใบเกาะรวมกันเป็นกระจุกติดดินถือว่าไม่แก่ แต่ถ้าลำต้นเริ่มสูงยาว ใบจะห่างกันมากขึ้น แสดงว่าต้นกำลังจะออกดอก ใบจะมีรสขม ช่วงที่อร่อยคือช่วงที่มีอากาศหนาวเย็น ผักกาดหอมมีหลายชนิด เช่น

2.11.12 ผักกาดหอมชนิดเป็นหัว (head lettuce) ผักกาดหอมชนิดนี้จะมีมากในฤดูหนาว ลักษณะเป็นหัวคล้ายกะหล่ำปลี ใบยาวกว่า ลักษณะกรอบ ใบใส ปลูกมากในภาคที่มีอากาศหนาว จะใช้เป็นส่วนประกอบของสลัด หรือเป็นพื้นของสลัด เช่น ซีซ่าสลัด เพราะผักกาดหอมชนิดนี้จะมีเนื้อ รสหวาน คือมีลักษณะของกะหล่ำปลีกับผักกาดหอมรวมกัน

2.11.13 ผักกาดหอมใบหยิก ผักกาดหอมชนิดนี้ขอบใบจะหยิก พลิ้วคล้ายลูกไม้แต่งปลายแขนเสื้อสีเขียวเข้ม ใบหนาแต่ส่วนใหญ่มักจะขม จึงนิยมใช้เป็นสิ่งตกแต่ง คือวางหรือปูจานหรือถาด ถ้าจะใช้เป็นส่วนผสมโดยหั่นผสมต้องซิมและเลือกก่อน

2.11.14 ผักกาดหอมชนิดต้นยาว ก้านขาว ใบเขียวอ่อนกว่าใบหยิก เช่น ผักกาดหอมที่มีแพร่หลายและเก่าแก่ คนรู้จักดี ขนาดต้นมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ลักษณะของต้นตรงส่วนใบจะกางออก ตรงส่วนโคนจะเล็ก ลักษณะคล้ายรูปตัววี (v) ผักกาดหอมชนิดนี้ช้ำง่าย บอบบาง ส่วนใหญ่จะใช้รองจานหรือถาดสลัด หรือยำ หรือรับประทานกับขนมจีบ สาคูไส้หมู

2.12 สารให้ความคงตัว

คือส่วนประกอบซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นสารพวก polysaccharide food gum ที่ช่วยให้ความคงตัวกับผลิตภัณฑ์ โดยเพิ่มความหนืด สารที่มักจะนำมาใช้เป็นสารให้ความคงตัว เช่น Locust bean gum (Carob bean gum), Guar gum, Carboxymethyl cellulose (CMC), Xanthan gum, Sodium alginate,และCarrageenan Marshall อีมัลซิไฟเออร์เป็นสารที่มีด้านที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และด้านที่ชอบไขมัน lipophilic) จึงสามารถจับได้ทั้งน้ำและอีกด้านหนึ่งก็จะจับกับไขมัน จึงเป็นสารที่จะแทรกอยู่ที่ผิวระหว่างเม็ดไขมันและน้ำ ช่วยลดแรงตึงที่ผิวระหว่างผิวของน้ำและผิวของไขมัน ไม่เกิดการแยกชั้นเป็นชั้นไขมันกับชั้นน้ำซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการดักอากาศและขึ้นฟู Emulsifier ที่ใช้กันปกติจะเป็นสารพวก mono และ di-glycerides และ Polysorbate 80 S/E นับว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัสเป็นอย่างมาก

2.12.1 แป้งและสตาร์ช แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในคลอโรพลาสต์ (ในใบ) และในส่วนที่พืชใช้เป็นแหล่งเก็บอาหาร เช่น เมล็ดและหัว มนุษย์ได้รับแป้งจากพืชแตกต่างกันตามภูมิประเทศในโลก ทางด้านทวีปอเมริกาเหนือ/กลาง จะมีข้าวโพด ข้าวสาลีเป็นแหล่งให้แป้งที่สำคัญ ทาง ยุโรป มีมันฝรั่ง และแถบเอเชีย แอฟริกา มีข้าวและมันสำปะหลัง เป็นต้น แต่ที่สำคัญที่มีการใช้กันทั่วโลก คือ แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวสาลีและแป้งมันสำปะหลัง แป้งเป็น แหล่งพลังงานที่สำคัญในโภชนาการของมนุษย์ อาหารทั้งหมดส่วนใหญ่จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักของทุกชนชาติเช่น ข้าว ขนมปัง ก๋วยเตี๋ยว และ พาสต้า เป็นต้น

จากคุณสมบัติเฉพาะของแป้งจึงได้มีการนำแป้งมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของอาหาร ทำให้เกิดเจล ควบคุมความคงตัวและเนื้อสัมผัสของอาหารจำพวกซอสซุปและน้ำปรุงรสอาหาร ป้องกันเนื้อสัมผัสของอาหารไม่ให้เสียรูปเนื่องจากกระบวนการแช่แข็งและคืนรูป (freeze- thaw) สภาวะกรด การทำพาสเจอร์ไรเซชั่น (pasteurization) และสเทอริไรเซชั่น (sterilization) เป็นต้น

แป้งที่คนไทยเรียกกันทั่วไป สามารถหมายได้ทั้ง ฟลาวร์ (flour) และสตาร์ช(starch) ฟลาวร์และสตาร์ชมีส่วนประกอบทางเคมีต่างกันจึงส่งผลให้สมบัติต่างกัน

ฟลาวร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากเมล็ด หัว หรือส่วนอื่นที่ใช้บริโภคได้ของพืช โดยนำวัตถุดิบมาสี โม่ หรือบด หรือตีแล้วร่อนเป็นผงละเอียด ดังนั้นส่วนประกอบของฟลาวร์จึงมีสารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบดั้งเดิม เช่น แป้งข้าวโพด เป็นต้น

สตาร์ช หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของพืชเช่นเดียวกับที่ใช้ผลิตฟลาวร์ แต่กรรมวิธีการผลิตจะแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสตาร์ช โดยมีองค์ประกอบอื่นปะปนมาน้อยที่สุด เช่น คอร์นสตาร์ช, วีตสตาร์ช เป็น

ดังนั้นคำว่าแป้งที่จะกล่าวต่อไปนี้จึงหมายถึงแป้งสตาร์ช และเนื่องจากบางครั้ง แป้งสตาร์ชที่ยังไม่ได้ถูกทำการดัดแปรหรือแปรรูป นิยมเรียกว่าแป้งดิบ (native starch)ซึ่งจะตรงกันข้ามกับ แป้งที่ถูกดัดแปรหรือแปรรูปแล้ว ที่เรียกว่ามอดิดไฟด์สตาร์ช (modified starch)หรือแป้งดัดแปร

แป้งที่มีการนำมาใช้กันมากที่สุดในโลกคือ แป้งข้าวโพด เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้ผลิตรายใหญ่และมีการนำเทคนิคพันธ์วิศวกรรมเข้ามาใช้ ทำให้เกิดความ หลากหลาย ทางพันธุกรรมในข้าวโพดส่งผลให้แป้งที่ผลิตได้มีคุณสมบัติต่าง ๆ แตกต่างกัน นอกจากนี้ผลพลอยได้ที่ได้จากการสกัดแป้งส่วนใหญ่จะเป็นโปรตีนและน้ำมัน ซึ่งมีมูลค่าสูงทางการค้า แต่ข้อเสียเปรียบที่สำคัญคือทำการสกัดแป้งและแยกออกจากโปรตีนได้ยาก และแป้งที่สกัดได้ยังมีไขมันอยู่บ้าง (ประมาณ 1 เปอร์เซนต์) ซึ่งจะส่งผลกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Swinkels,1992)

เนื่องจากแป้งประกอบขึ้นด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคส ซึ่งมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาเคมี การแปรรูปแป้งโดยเฉพาะการแปรรูปทางเคมี ทำให้แป้งมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม ให้เหมาะสมตามความต้องการของอุตสาหกรรมแต่ละประเภทโดยการพัฒนาเปลี่ยนแปลงสมบัติของแป้งทั้งวิธีทางเคมี ชีวภาพ และ/หรือกายภาพ

2.12.2 แป้งข้าวโพด

แป้งข้าวโพดจัดได้ว่าเป็นแป้งที่มีมากที่สุดในโลก ผลิตจากข้าวโพด (corn หรือ maize) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Zea mays L. อยู่ในตระกูล Gramineae มีต้นกำเนิดในทวีปอเมริกา

แล้วกระจายไปยัง ทวีปแอฟริกา อินเดีย ออสเตรเลีย และประเทศในยุโรปที่มีอากาศอบอุ่น ข้าวโพดมีหลายพันธุ์ เช่น หัวแข็ง หัวบุบ และข้าวเหนียว ข้าวโพดมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และคุณสมบัติของแป้งข้าวโพดดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวโพด

องค์ประกอบ(%)	Kerr(1950)	Knight(1969)
ความชื้น	18.5	16.2
แป้ง	55.5	59.4
โปรตีน	8.2	8.2
ไขมัน	3.0	4.0
เยื่อใย	2.4	2.2
เถ้า	1.5	1.2
น้ำตาล	5.1	2.2
ส่วนที่เหลือ	5.8	6.6

ที่มา: Beynum และ Roels (1985)

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของแป้งข้าวโพด

คุณสมบัติ	แป้งข้าวโพด
ขนาดเม็ดแป้ง(ไมครอน)	3-26 a
ปริมาณอะมิโลส(%)	28 a
dP อะมิโลส	800 a
Pasting tempearature(0C)	79.18b
Peak viscosity(RVU)	217.13b
Final viscosity(RVU)	195.21b
Trough viscosity(RVU)	145.67b
Onset temperature(T01oC)	49 c
Conclusion temperature (T01oC)	67 c

ที่มา : a Ellis และคณะ (1998)

b หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลัง

c Eliasson และ Gudmundsson (1995)

2.13 เจลาติน

เจลาติน(gelatin) มาจากภาษาลาตินว่า gelata หมายถึง ลักษณะที่แข็งตัว เย็นแล้วแข็ง หรือลักษณะที่เหนียวหนืด (ณรงค์, 2538)

เจลาตินมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้เกิดเจลหรือความหนืด ส่วนใหญ่ผลิตจากผลพลอยได้ของสัตว์ที่มีราคาถูกวัตถุดิบที่นิยมนำมาผลิตมากที่สุดคือ เอ็น หนังหรือกระดูกของ

โคกระบือ และสุกรเพราะให้เจลาตินที่มีคุณสมบัติที่ดีเนื่องจากเป็นแหล่งของคอลลาเจน (collagen) เจลาตินที่ผลิตจาก โค กระบือและสุกรจะมีคุณสมบัติที่ดี แต่ละปีการใช้เจลาตินมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยทั่วโลกมีการใช้เจลาตินสูงถึง 200,000 ตันต่อปี โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมอาหาร เป็นตลาดใหญ่ที่สุดของเจลาติน โดยมีประมาณ 30,000 ตันต่อปี ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมหวาน ไอศกรีม โยเกริ์ต เป็นต้น รองลงมาคืออุตสาหกรรมด้านการผลิตยา ประมาณ 10,000 ตันต่อปี โดยนำไปผลิตแคปซูลหรืออาจนำไปใช้ในอุตสาหกรรมถ่ายภาพ

โดยใช้เคลือบแผ่นฟิล์มถ่ายรูป และใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และยังแพร่หลายไปยังกลุ่มที่นิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ (Yoshimaru *et al.*, 2000)

เจลาตินผลิตได้จากแหล่งสารประกอบที่สำคัญคือ คอลลาเจน มาจากภาษากรีก หมายถึง สิ่งที่ให้ผลผลิตเป็นเจลาติน หรือกาว คอลลาเจนจัดเป็นโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble protein) โดยจะไม่ละลายในน้ำเย็น กรดอ่อน ด่างอ่อน แต่สามารถละลายได้ในน้ำร้อน(Moulton, 1984) จัดเป็นโปรตีนประเภทโครงสร้าง (structure protein)ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เช่นหนังกระดูก เอ็น เขาสัตว์ เป็นต้น โดยจะทำหน้าที่สร้างความแข็งแกร่ง และยึดเหนี่ยวส่วนต่างๆ ไว้(Devenyi, 1974) คอลลาเจนจะมีอยู่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนที่เป็นอินทรีย์ทั้งหมดในสัตว์หรือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนทั้งหมด คอลลาเจนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีมากที่สุดในร่างกาย มีลักษณะเป็นเส้นเล็ก ๆ ยาวและหยิกหยอง เป็นเส้นเดี่ยวหรือรวมกันหลายเส้นก็ได้ มีสีขาวมีความยืดหยุ่นต่ำ ส่วนประกอบสำคัญของคอลลาเจนคือ ไกลโคโปรตีน และมีปริมาณของน้ำตาลกาแลกโตสและกลูโคสปนอยู่เล็กน้อยและจะมีสีขาวเนื่องจากมีกรดอะมิโนไฮดรอกซีโปรลีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (เยาวลักษณ์, 2536) กรดอะมิโนไกลซีนพบว่ามีอยู่ในคอลลาเจนมากที่สุดคือมีประมาณหนึ่งในสามของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด (ชัยณรงค์, 2529) คอลลาเจนสามารถพองตัวได้ดีในน้ำที่เป็นกรดหรือด่าง เมื่อได้รับความร้อนคอลลาเจนจะหดตัวเหลือประมาณหนึ่งในสามและถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นคอลลาเจนจะถูกไฮโดรไลส์ (hydrolyze) ให้เป็นเจลาตินที่สามารถละลายในน้ำได้(เยาวลักษณ์, 2536) ซึ่งจะเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลงปริมาณการเปลี่ยนเป็นเจลาตินขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์และอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด (ณรงค์, 2538)

2.13.1 ขั้นตอนการผลิตเจลาติน

กระบวนการผลิตเจลาตินมีอยู่ 4 ขั้นตอนใหญ่ๆคือ

2.13.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

จุดประสงค์คือ เพื่อเปลี่ยนคอลลาเจนให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมต่อการสกัด โดยจะทำให้คอลลาเจนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเกิดการพองตัวซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ osmotic และ lyotropic การพองตัวจากกรดหรือด่างเป็นการพองตัวแบบ osmotic ส่วนการพองตัวเนื่องจากน้ำจะเป็นแบบ lyotropic การพองตัวทำให้เส้นใยของคอลลาเจนแยกออกจากกันบางส่วน โดยไปทำลายแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals force) มีผลทำให้คอลลาเจนสามารถเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น การแช่ด่างจะทำให้คอลลาเจนเกิดการไฮโดรไลซีส โดยที่ไม่ทำให้คอลลาเจนเกิดการละลาย แต่ด่างจะทำให้พวก ที่ไม่ใช่คอลลาเจน (non-collagen) เช่น keratin globulin

mucopolysaccharide elastin และmucins สามารถละลายและตกตะกอนระหว่างการผลิตได้ นอกจากนี้ด่างจะทำให้ไขมันบาง ส่วนเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขั้วซึ่งสามารถกำจัดออกได้โดยการล้างน้ำ (Ockerman, 1988) การเตรียมวัตถุดิบมีอยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ

2.13.1.1.1 Acid process เป็นการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่วัตถุดิบในกรดประมาณ 4 ชั่วโมง กรดที่ใช้มีทั้งกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก(HCl) กรดวัลฟูริก (H2SO4) กรดฟอสฟอริก (H3PO4) และกรดอะซิติก (CH3COOH) ตัวอย่างที่มักเตรียมด้วยวิธีนี้ได้แก่ หนังและ กระดูกสุกร เจลาตินที่ได้เรียกว่า เจลาตินชนิดเอ (gelatin type-A)

2.13.1.1.2 Alkaline process เป็นการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่ในด่างประมาณ 4 ชั่วโมงด่าง ที่นิยมใช้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ตัวอย่างที่มักเตรียมโดยวิธีนี้คือหนังและกระดูกของโค และกระบือ เจลาตินที่ได้เรียกว่า เจลาตินชนิดบี (gelatin type-B)

2.13.1.1.3 Enzymatic process เป็นการใช้เอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนคือโปรตีเอส (Proteinase) แต่ เอนไซม์พวกCollagenase enzyme จะย่อยคอลลาเจนส่วนมากในกระบวนการผลิตจะใช้พวก Proteolytic enzyme เช่น เปปซิน (Pepsin) และโปรเนส (Pronase) โดยใช่ร่วมกับวิธีการที่ใช้สารเคมี เพื่อลดระยะเวลาในวิธีAcid process

2.13.1.2 การสกัด

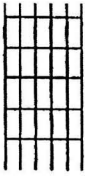
เป็นการเปลี่ยนคอลลาเจนที่ไม่ละลายน้ำให้สามารถละลายน้ำได้เรียกว่าเจลาตินดังนั้น จะต้องใช้ความร้อนเพื่อให้คอลลาเจนเปลี่ยนสภาพของคอลลาเจนเพื่อเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินซึ่งจะเกิด 2 ขั้นตอนดังนี้

2.13.1.2.1 การใช้ความร้อนในระดับต่ำๆ จะทำลายพันธะไฮโดรเจนและพันธะไฮโดรโฟบิก ซึ่งพันธะเหล่านี้เป็นพันธะที่ทำให้โครงสร้างที่เป็นเกลียว 3เส้นของคอลลาเจนเกิดความจัดเรียงตัว ที่ไม่เป็นระเบียบ โดยเกลียวทั้ง 3 เส้นแยกออกจากกัน ทำให้เกิดการละลายได้เป็น random gelatin

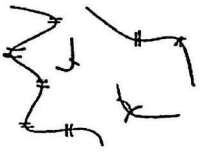
2.13.1.2.2 การใช้ความร้อนที่สูงกว่าขั้นแรก ทำให้เกิดการแตกหักของพันธะโควาเลนต์ (พันธะเปปไทด์ที่ทำหน้าที่เชื่อมกรดอะมิโนในโปรตีน) อย่างน้อย 1 พันธะ ทำให้เกิดการละลายได้เป็นสารเจลาติน (Ward, 1977)

การเปลี่ยนคอลาเจนไปเป็นเจลาตินแสดงดังสมการ (Moulton, 1984)

$$\underset{\text{คอลลาเจน}}{C102\ H149O38N31} + H2O \longrightarrow \underset{\text{เจลาติน}}{C102H151O39N31}$$



เส้นใยคอลลาเจน



เส้นใยคอลลาเจนที่แยกออกจากกัน

สารละลายเจลาติน

ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนคอลลาเจนไปเป็นเจลาติน

2.13.1.3 การทำเจลาตินให้แห้ง หลังจากการสกัดเจลาตินได้ในลักษณะที่เป็นเจลาตินแล้วจะนำสารละลายที่ได้มากรอง ส่วนการระเหยน้ำออกใช้เครื่องระเหยน้ำ(evaporator) ทำการระเหยอน้ำอกประมาณร้อยละ 50-75 โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส เนื่องจากสารละลายเจลาตินมีความไวต่ออุณหภูมิ (thermosensitive fluid) (Ward, 1977) ดังนั้นอุณหภูมิที่ใช้ต้องต่ำ เนื่องจากจะทำให้ค่าความแข็งแรง ของเจลต่ำเพราะความร้อนที่สูงจะไปทำให้พันธะ เปปไทด์เกิดการย่อยสลายขึ้นจึงมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำหลังจากระเหยน้ำออกแล้วก็จะนำเจลาตินที่ได้ไปทำแห้ง ซึ่งเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้แก่ freeze dryer เจลาตินที่ได้จะมีคุณภาพที่ดีเนื่องจากไม่มีการทำลายโครงสร้างเนื่องจากความร้อน แต่มีข้อเสียเนื่องจากราคาแพงจึงมีการใช้เครื่องมือชนิดอื่นแทนได้แก่ การทำแห้งแบบอุโมงค์ (drying tunnels) การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง(drum drying) การอบแห้งแบบ สูญญากาศ (vacuum oven) และตู้อบไฟฟ้าแบบควบคุมอุณหภูมิได้ (hot air oven) ซึ่งการที่จะ เลือกใช้เครื่องมือชนิดใดจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ให้เหมาะสม (Mann, 1962)

2.13.1.4 การทำเจลาตินให้บริสุทธิ์ บางครั้งอาจมีการเติม diatomaceous earth และ activate carbon ลงไปด้วย ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารฟอกสี ทำให้สารละลายที่ได้มีความใสขึ้น โดยใช้ 5 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายเจลาตินที่มีอุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปกรอง การกรองมีส่วนช่วยกำจัดสิ่งแขวนลอยที่ไม่สามารถละลายได้เช่น ไขมัน หรือพวกเส้นใยคอลลาเจนที่ไม่สามารถละลายได้จึงช่วยทำให้เจลาตินใสได้(Ockerman, 1988)

2.13.1.4.1 การตกตะกอนที่จุดไอโซอิเลคทริค(Isoelectric pH) โปรตีนแต่ละชนิดมีค่า pI ที่ทำให้สมดุลของประจุสุทธิบนโมเลกุลเป็นศูนย์เรียกว่าค่านี้ว่าจุดไอโซอิเลคทริค (Isoelectric Point ; pI) เป็นค่าเฉพาะของโปรตีนแต่ละชนิดเมื่อใดก็ตามที่ปรับค่า พีเอชของสารละลายโปรตีนผสมจนกระทั่งมีค่าเท่ากับค่า pI ของโปรตีนที่ต้องการแยกโปรตีนชนิดนั้นจะรวมตัวกันแล้วตกตะกอนลงมาเนื่องจากบนโมเลกุลของโปรตีนนั้นมีประจุสุทธิเป็นศูนย์จึงไม่มีแรงผลักดันไฟฟ้าสถิตย์ระหว่างโมเลกุลของโปรตีนเอง โปรตีนจึงเข้าใกล้กันมากพอที่จะเกิดการรวมตัวกัน(Aggregrate) และตกตะกอนลงมาณ จุดนั้นอาจกล่าวได้ว่าเป็นจุดที่มีค่าการละลายต่ำสุด ในกรณีที่มีการปรับค่าพีเอชมากกว่าค่า pI ประจุสุทธิบนโมเลกุลของเอนไซม์แต่ละโมเลกุลมี ค่าเป็นประจุลบเกิดแรงผลักระหว่างประจุลบทำให้แต่ละโมเลกุลอยู่ห่างกันมากขึ้นค่าการละลายจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

2.13.1.4.2 การตกตะกอนโดยใช้เกลือ(Ionic strengthหรือ Salt fractionation precipitation) การตกตะกอนโปรตีนโดยใช้เกลือที่มีความเข้มข้นสูง เรียกวิธีการนี้ว่า Salting Out เป็นการเติมเกลือลงไปในสารละลายโปรตีนผสมเพื่อเพิ่มความแรงของอิออน (ionic strength) ของสารละลายให้สูงขึ้นจนกระทั่งอิออนของเกลือไปแย่งโมเลกุลของน้ำที่ล้อมรอบโมเลกุลของโปรตีนออกมาแล้วล้อมรอบโมเลกุลของเกลือเอง เมื่อใดก็ตามที่แรงกระทำระหว่างโมเลกุลของโปรตีนกับน้ำมีค่าเหลือน้อยกว่าแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของโปรตีนกับโปรตีนด้วยกันโปรตีนดังกล่าว10 ก็จะจับตัวกันและตกตะกอนลงมาในที่สุดเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "Salting Out Effect" เกลือที่นิยม ใช้มากที่สุดคือแอม โมเนียมซัลเฟต [(NH4)2SO4] เนื่องจากเกลือชนิดนี้มีค่าการละลายน้ำสูงมากและมีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของการละลายค่อนข้างต่ำ (temperature coefficient of solubility)ในช่วงอุณหภูมิ0-30 องศาเซลเซียส ทำให้ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิต่ำได้โดยไม่เกิดการสลายตัวของโครงสร้างโปรตีนที่สลายตัวได้ง่ายที่อุณหภูมิสูงได้ส่วนเกลือชนิดอื่นที่นิยมใช้ในการตกตะกอนโปรตีน เช่น โซเดียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต โปตัสเซียมซัลเฟต โซเดียมซัลเฟตเป็นต้นโดยเกลือที่มีประจุแบบไดวาเลนต์ (divalent ion) เช่นSO4-2 และไตรวาเลนต์ (trivalent ion)เช่นPO4-3 จะให้ผลในการตกตะกอนได้ดีกว่าพวกที่มีอิออนเดี่ยว (univalent ion)

2.13.1.4.3 การตกตะกอนโปรตีนด้วยตัวทำละลาย(Organic solvent precipitation) การตกตะกอนด้วยวิธีนี้เกิดจากการที่ตัวทำละลายอินทรีย์จะไปลดค่ากิจกรรมของน้ำโดยมีผลต่อค่าคงที่ไดอิเลคตริค(dielectric constant) ของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายลดลงทำให้ความสามารถในการเป็นตัวทำละลายของน้ำลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตัวทำ

ละลายอินทรีย์มากขึ้นเรื่อยๆจนถึงจุดที่แรงกระทำระหว่างโมเลกุลของโปรตีนในส่วนของพลังงานไฟฟ้าสถิตย์บนโมเลกุลโปรตีนมีแรงกระทำที่สูงกว่าแรงกระทำระหว่างโปรตีนกับน้ำเกิดการเข้ามารวมตัวกันของโมเลกุลโปรตีนตกตะกอนลงมาได้ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมาก คือ เอธานอล และอะซีโตนนอกจากนี้ยังมี เมธานอลไอโซโปรปานอล และ2-เมธิลออกซีเมธานอล เป็นต้น (Scope, 1994)

2.13.2 สมบัติของเจลาติน

เป็นของแข็งโปร่งใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสชาติ มีความหนาแน่น 1.3-1.4 กิโลกรัมต่อลิตร ไม่ละลายในน้ำเย็นแต่จะดูดแล้วเกิดการพองตัว เมื่อทำให้ร้อนจะเกิดการละลาย นอกจากนี้ยัง สามารถละลายได้ในพวก polyhydric alcohol เช่น กรีเซอรอล (glycerol) หรือโพรพิลีนไกลคอล(propylene glycol) แต่ไม่ละลายในสารอินทรีย์ เช่น เบนซีน(benzene) อีเทอร์(ether) อะซีโตน (acetone) คาร์บอนเตตระคลอไรด์(carbontetrachloride) เจลาตินมีสมบัติเป็น amphoteric คือเป็นทั้งกรดและด่าง ขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำที่ใช้ละลาย องค์ประกอบของเจลาตินคือ คาร์บอนร้อยละ 50.5 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.8 ไนโตรเจนร้อยละ 17 ออกซิเจนร้อยละ 25.2 (Ockerman, 1988)

นอกจากนี้เจลาตินมีคุณสมบัติอื่นอีกดังนี้ การ hydration โดยการเปลี่ยนเจลาตินที่อยู่ในสภาพที่เป็นของแข็งที่มีความกรอบ ให้มีลักษณะอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น เกิดขึ้นเนื่องจากการที่โมเลกุลของเจลาตินสามารถจับกับพันธะของน้ำได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน รวมทั้งยังมีสมบัติอีกอย่างหนึ่งคือ Enzymatic hydrolysis โดยเอนไซม์เหล่านั้นจะตัดสายโมเลกุลของเจลาติน ทำให้กลายเป็นสายโมเลกุลสายสั้นๆ ก่อให้เกิดการสูญเสียเจลของเจลาติน (Margaret, 1997)

2.13.3 การนำเจลาตินไปใช้ประโยชน์

การใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร การใช้เจลาตินในอุตสาหกรรมอาหารมีวัตถุประสงค์ต่างๆกันดังนี้ คือเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ เป็นเจลตามที่ต้องการ ใช้เพิ่มความหนาของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อให้เกิดการจับตัวเป็นก้อนของอาหารหรือเป็นตัวประสานให้ส่วนผสมของอาหารเข้ากันได้ดี ใช้เพื่อทำให้อาหารขึ้นฟู และใช้เป็น สารเพิ่มความคงตัว(Rother, 1994) เช่น อุตสาหกรรมขนมหวาน ท๊อฟฟี่ เจลลี่marshmallow ผลิตภัณฑ์นม จำพวกไอศครีม ครีมข้น โยเกิร์ต นมเปรี้ยว ผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานต่ำ (dietetic) ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (health product) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทำให้ใสขึ้น เช่น ไวน์ และน้ำผลไม้ 18 ผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อประสานชิ้นเนื้อให้เกาะเป็นก้อน และมีการใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (bakery product) และผลิตภัณฑ์ธัญพืช (cereal product) (Annon, 1996; Giese, 1994)

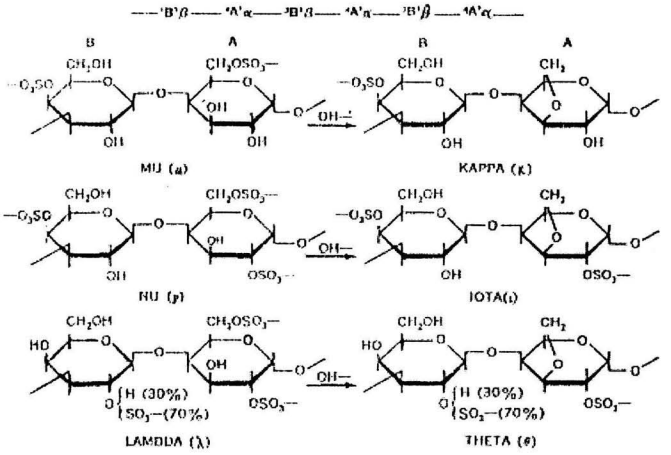
2.14 คาร์ราจีแนน (carrageenan)

คาร์ราจีแนนเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (Rhodophyceae) ซึ่งชนิดที่ใช้ผลิตเป็นทางการค้า ได้แก่ Euchema cottonii และ E. spinosum มีโครงสร้างหลักเป็น galactose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glycosidic linkage และเป็น sulphated polysaccharides ซึ่งคาร์ราจีแนนยังแบ่งเป็นกลุ่มย่อยอีกหลายชนิดตามจำนวนและตำแหน่งของกลุ่ม ester sulphate และจำนวน 3,6 anhydro-D-galactose (3,6-AG) ได้แก่ Kappa, Iota และ Lambda ซึ่ง carrageenan ทั้ง 3 ชนิดนี้ประกอบด้วยโครงสร้างของโพลีแซคคาไรด์หลักที่ซ้ำๆ กันหลายหน่วย ดังรูปที่ 4.1 Unit-B แสดง 1,3-linked galactoside ในขณะที่ Unit A แสดง 1,4-linked galactoside

Kappa carrageenan ประกอบด้วย 1,3-linked galactoside มีกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 4 และ 1,4-linked 3,6 anhydro-D-galactose (3,6 AG) โดยมีสารตั้งต้นเป็น mu-carrageenan ถ้ามีปริมาณ anhydride จากการปิดวงเป็น 3,6 anhydride มากถึง 28-35% จะมีผลทำให้ไวต่อโปแตสเซียมและมีความสามารถในการเกิดเจล ถึงแม้จะมีการดัดแปรให้มี 3,6-AG สูงที่สุด แต่อาจจะมีความแตกต่างกันที่จำนวนของ sulphate ที่ตำแหน่งที่ 4 ใน 1,3-linked galactoside และกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 2 หรือ 6 ใน 1,4-linked galactoside จะทำให้คาร์ราจีแนนชนิด kappa มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

Iota carrageenan ประกอบด้วย 1,3-linked galactose มีกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 4 และ 1,4-linked 3,6-AG มีกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 2 มีสารตั้งต้นเป็น nu-carrageenan ความแตกต่างระหว่าง anhydride ในคาร์ราจีแนนชนิด kappa และ iota คือ จำนวนกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 2 ใน 1,4-linked galactoside ของ Iota จะมีมากกว่า kappa ประมาณ 25-50% ความไวต่อโปแตสเซียมลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ได้เจลที่อ่อนนุ่ม แต่ถ้ามี sulphate ที่ตำแหน่งที่ 2 มากถึง 80% จะไวต่อแคลเซียม

Lambda carrageenan ประกอบด้วย 1,3-linked galactose ซึ่งมีกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 2 ประมาณ 70% และ 1,4-linked galactose มีกลุ่ม sulphate ที่ตำแหน่งที่ 6 ซึ่งcarrageenan ชนิดนี้จะไม่เกิดการปิดวงเป็น 3,6AG จึงมีผลทำให้ไม่มีคุณสมบัติในการเกิดเจล



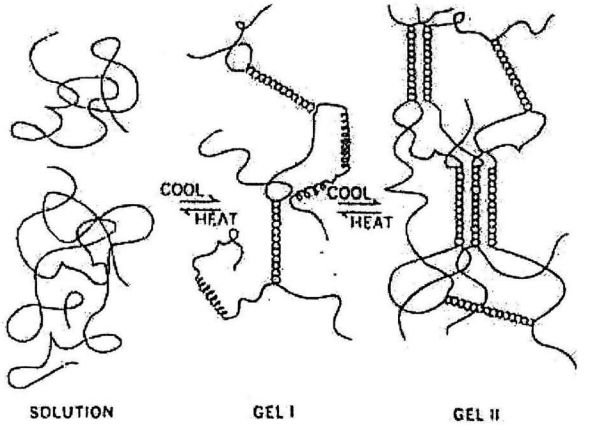
ภาพที่ 2.3 Repeating units of carrageenan

ที่มา : Thomus, 1992

คาร์ราจีแนนทุกชนิดละลายได้ในน้ำร้อน ถ้าเป็นเกลือ sodium ของ Carrageenan ชนิด Kappa และ Iota จะสามารถละลายได้ในน้ำเย็น ในขณะที่เกลือของอิออนชนิดอื่นๆ เช่น โปแตสเซียมหรือแคลเซียมไม่สามารถละลายได้อย่างสมบูรณ์ ส่วน Carrageenan ชนิด lambda จะละลายได้ในน้ำเย็นโดยไม่ขึ้นกับชนิดของอิออน ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการละลายขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ Carrageenan และอิออนที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่คาร์ราจีแนนชนิด Kappa และ Iota ต้องใช้อุณหภูมิในการละลายมากกว่า 70 oC นอกจากนี้คาร์ราจีแนนทุกชนิดจะไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่สามารถละลายใน water miscible solvent เช่น alcohol และ propylene glycol

คาร์ราจีแนนชนิด Kappa และ Iota มีความสามารถที่จะเกิดเจลได้เมื่อสารละลายของคาร์ราจีแนนเย็นตัวลง ซึ่งเจลเหล่านี้จะเป็น thermoreversible aqueous gel คือ สามารถที่จะละลายเมื่อได้รับความร้อนและเกิดเจลอีกครั้งเมื่อเย็นตัวลง ในปี ค.ศ. 1969 Rees ได้กล่าวว่าเมื่อคาร์ราจีแนนละลายน้ำจะเกิดเจล เนื่องจากเกิดการ form เป็น double helix ที่อุณหภูมิเหนือจุดหลอมเหลวของเจล อุณหภูมิและการปั่นกวนจะสามารถทำให้ helices คลายตัวเป็น random coil เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดการสร้าง polymer net work 3 มิติ แต่ละสายของโพลิเมอร์จะรวมตัวกันเข้าเกิด junction point (gel Iและเมื่อปล่อยให้เย็นลงอีกจะเกิดการเกาะกันของ junction point (gel II) มากขึ้น ทำให้เกิดการแข็งตัวของเจลดังรูปที่ 4.2 การเติมโลหะอิออนจะมีผลต่อการเกิดเจล เช่น Kappa carrageenan เมื่อเติม K+ จะเกิด elastic gel ถ้าเติม Ca2+ จะเกิด rigid gel ส่วน Iota carrageenan เมื่อเติม Ca2+จะเกิด elastic gel ถ้าผสมคาร์ราจีแนนชนิด Kappa กับ Iota เข้าด้วยกัน

จะทำให้มีสมบัติในการเกิดเจลได้มากขึ้น เจลที่ได้มี elastic เพิ่มขึ้นและเกิด syneresis น้อยลง และนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น dessert gels, whipped topping และ fluid milk products



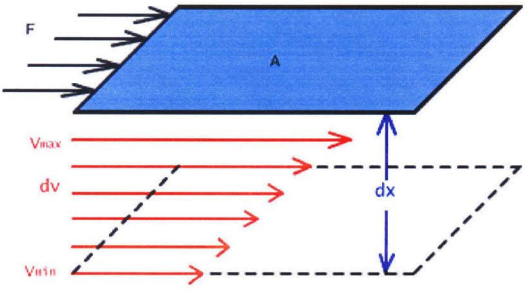
ภาพที่ 2.4 กลไกการเกิดเจลของ Carrageenan

ที่มา : Rees, 1969

2.15 ความหนืดและพฤติกรรมการไหลของไหล

2.15.1 ความข้นหนืด (Viscosity) เป็นพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญตัวหนึ่งในด้านสมบัติของอาหารและวัสดุชีวภาพ เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของอาหาร ที่มีสมบัติเป็นของเหลว หรือกึ่งของแข็ง (semi-solid food) นอกจากนั้นยังมีส่วนสำคัญในการออกแบบระบบการถ่ายเทความร้อน (heat transfer) และ ระบบถ่ายเทมวลสาร (mass transfer)

ความหนืดเป็นสมบัติของของไหลที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของชั้นของไหล ในการศึกษาเรื่องความหนืดยึดหลักที่ว่าของไหลประกอบด้วยชั้นต่างๆซ้อนกันดังรูปที่ 2.5 โดยแรง F ออกแรงกระทำต่อแผ่นของไหล ชั้นของไหลมีความสูง x ความเร็วของของไหลในแต่ละชั้นไม่เท่ากัน โดยชั้นบนสุดของไหล มีความเร็วสูงสุด ขณะที่ชั้นล่างสุดมีความเร็วต่ำที่สุด



ภาพที่ 2.5 แผนภาพการไหลในของไหล

เมื่อของไหลถูกกระทำด้วยแรงเค้น $\frac{F}{A}$ ในชั้นบนสุดมีความเร็ว V_{max} ขณะที่ชั้นล่างสุดมีความเร็ว V_{min} ดังนั้นสามารถเขียนความเร็วในแต่ละชั้นที่เกิดขึ้นในเทอมดิฟเฟอเรนเทียลได้เป็น $\frac{dy}{dx}$ จากกฎของนิวตันจะได้ว่า

$$\frac{F}{A} \propto \frac{dy}{dx} \qquad .....1)$$

เมื่อ

$\frac{F}{A}$ คือ ความเค้นเฉือน(Shear stress)

$\frac{dy}{dx}$ คือ อัตราการเฉือน(Shear rate , g)หรือการเปลี่ยนแปลงความเร็วต่อระยะทาง dx (velocity gradient)

ส่วนความหนืดเป็นความสามารถในการต้านการเคลื่อนที่ของของไหล จะได้

$$\frac{F}{A} \propto \mu \frac{dy}{dx} \qquad .....2)$$

$$\tau = \mu \gamma \qquad .....3)$$

เพราะฉะนั้น เราสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น

$$\mu = \text{viscosity} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \frac{\text{shear stress}}{\text{shear rate}} \qquad .....4)$$

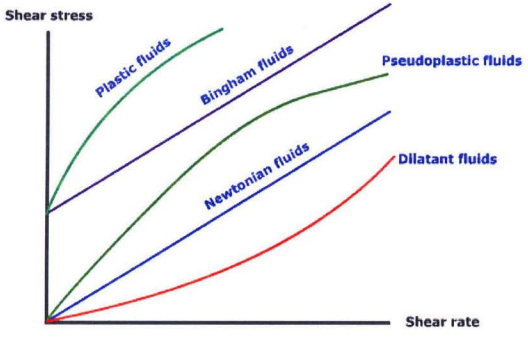
หน่วยที่นิยมใช้ในเรื่องความหนืดได้แก่ poise ซึ่งตั้งไว้ให้เป็นเกียรติให้แก่ Poiseuille อีกหน่วยที่ใช้กันได้แก่ Pa^{-s} (1 centipoise = 1 mPa^{-s})

1 mPa^{-s} เท่ากับ 1000 cP

1 Poise เท่ากับ 100 cP

2.15.2 ลักษณะพฤติกรรมการไหล

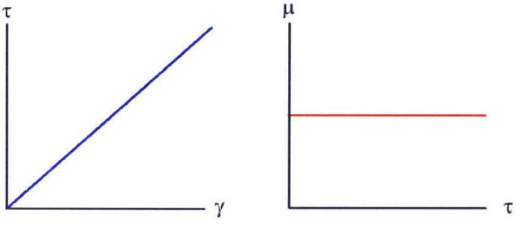
ในการศึกษาเรื่องความหนืด เมื่อทำการพลอทกราฟระหว่างค่า Shear stress กับ Shear rate ในวัสดุชีวภาพใดๆจะได้กราฟตามรูปที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ลักษณะของพฤติกรรมการไหล

ที่มา: ดัดแปลงจาก Toledo (1991)

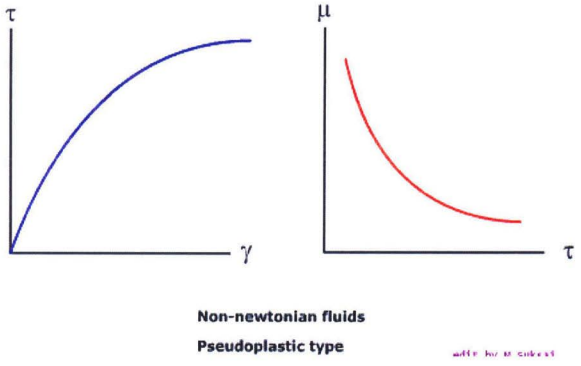
2.15.3 การแบ่งประเภทลักษณะพฤติกรรมการไหล เราสามารถจำแนกลักษณะการไหลที่



เกิดขึ้นออกเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ ๆ คือ

2.15.3.1 Newtonian Fluids : น้ำ, น้ำมันเจือจาง เป็นต้น ในรูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของกราฟของของไหลนิวโตเนียน ค่าความหนืดที่ได้จะมีค่าคงที่อย่างมีนัยสำคัญ ในสมการของ ค่า ของของไหลนิวโตเนียนมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ

ภาพที่ 2.7 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนิวโตเนียน



ภาพที่ 2.8 Rheograms of typical Newtonian Fluids

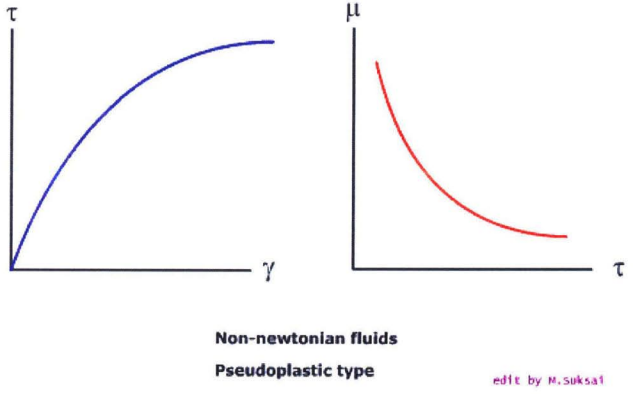
ที่มา : http://baen.tamu.edu/users/rmoreira/

2.15.3.2 Non-Newtonian Fluid : อาหารข้นทั่วไป เช่น ซอสมะเขือเทศ มัสตาร์ด มายองเนส ซึ่งในอาหารทั่วๆไปจะพบว่ามีลักษณะการไหลเป็นแบบนอน-นิวโตเนียนเป็นส่วนใหญ่ การที่เกิดลักษณะการไหลประเภทนี้เป็นเพราะภายในของไหลมีขนาดของอนุภาคที่มี ขนาดและรูปร่างต่างๆ ซึ่งทำให้ในระหว่างช่วงการไหลเกิดลักษณะไม่ราบรื่นในการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน มีปัจจัยหลายๆอย่างที่มีผลทำต่อ Shear rateของไหลนอน-นิวโตเนียนสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่

2.15.3.2.1 พวกที่ไม่ขึ้นกับเวลา (Time independent non-newtonian fluids) ค่าความหนืดของของไหลพวกนี้จะขึ้นอยู่กับ Shear stress กับ Shear rate แต่จะไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ของไหลได้รับความเค้นเฉือน(Shear stress) แต่อย่างใด นั่นคือความสัมพันธ์ระหว่าง

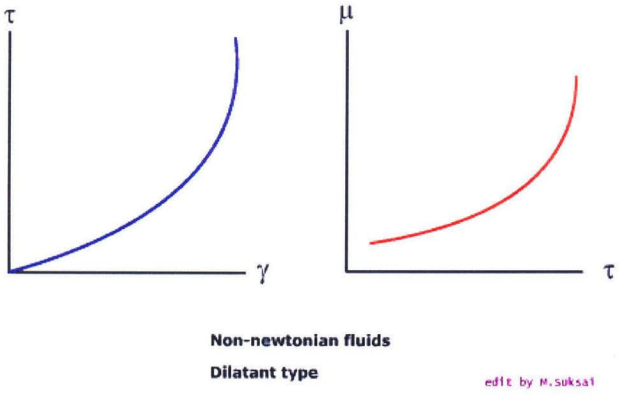
Shear stress และ Shear rate จะมีค่าคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับเวลา ตัวอย่างของไหลนอนนิวโตเนียนประเภทนี้ ได้แก่

2.15.3.2.2 ของไหลซูโดพลาสติก(Pseuduplastic fluids) ลักษณะของการไหลประเภทนี้คือ ค่าความหนืดมีค่าลดลงเมื่อแรงเฉือนเพิ่มสูงขึ้น ดังเช่นแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งของไหลนอน-นิวโตเนียนโดยมากมักจะไหลในลักษณะนี้ นอกจากนี้ลักษณะการไหลประเภทนี้ยังมีชื่อเรียกอื่นๆว่า Shear-thinning และ Power law liquid ตัวอย่างทั่วไปของของไหลประเภทนี้ได้แก่ นม, fruit puree, มายองเนส, มัสตาด และ ซุปผัก



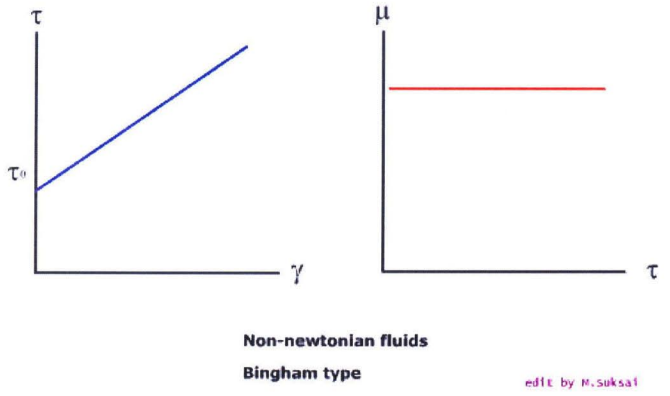
ภาพที่ 2.9 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทซูโดพลาสติก

2.15.3.3 ของไหลไดลาแทนต์(Dilatant fluids) ลักษณะของการไหลประเภทนี้คือ ค่าความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อแรงเฉือนเพิ่มสูงขึ้น ดังเช่นแสดงในรูปที่ 2.10 ลักษณะของการไหลประเภทนี้พบเห็นได้ยากกว่าประเภทซูโด-พลาสติก ของไหลไดลาแทนต์จะพบเห็นได้ในของไหลหรืออาหารลักษณะมีตะกอนของแข็งนอนก้น ยกตัวอย่างเช่น candy compound , น้ำแป้งข้าวโพด นอกจากนี้ลักษณะของไหลไดลาแทนต์ยังเรียกอีกอย่างได้ว่าลักษณะการไหลแบบ Shear-thickening

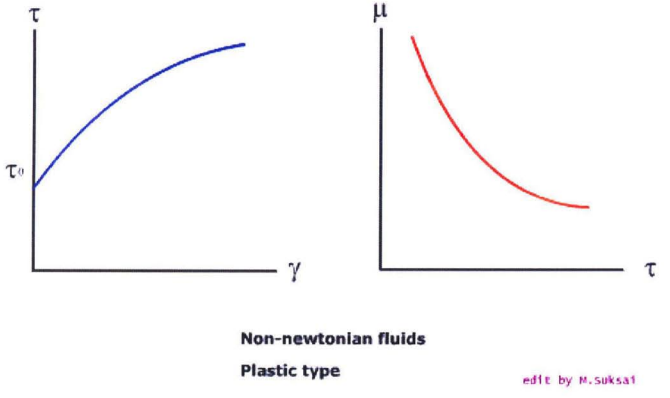


ภาพที่ 2.10 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทไดลาแทนต์

2.1.3.4 ของไหลพลาสติก(Plastic fluids) และของไหลบิงแฮม (Bingham fluid) ของไหลประเภทนี้ที่ค่าแรงเฉือนมีค่าต่ำๆจะไม่มีการเคลื่อนที่แต่อย่างใด จนกระทั่งค่าแรงเค้นเฉือนเพิ่มขึ้นถึงค่า 0 ซึ่งเรียกจุดที่แรงเค้นมีผลทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนที่นี้ว่า Yield value หรือ ในบางตำราเรียกว่า Yield stress ในของไหลบิงแฮม(Bingham fluids)เมื่อออกแรงเค้นจนถึงจุด Yield stress หลังจากนั้นของไหลจะพฤติกรรมเหมือนของไหลนิวโตเนียน ดังรูปที่ 2.11 ตัวอย่างของของไหลที่มีพฤติกรรมแบบนี้ได้แก่ ซอสมะเขือเทศ (Tomato catsup) ส่วนของไหลพลาสติกนั้นเมื่อออกแรงจนถึงจุด Yield stress ของไหลก็จะมีพฤติกรรมการไหลคล้ายกับของไหล Pseudoplastic



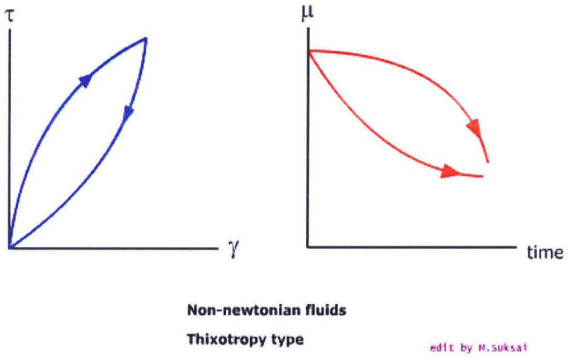
ภาพที่ 2.11 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทบิงแฮม



ภาพที่ 2.12 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทพลาสติก

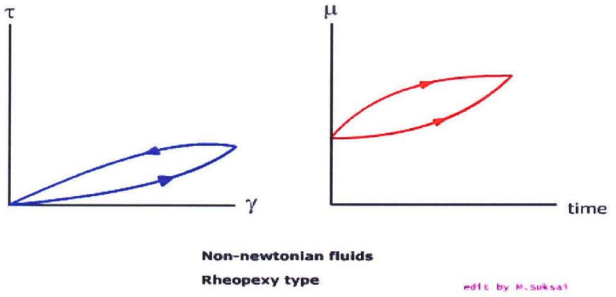
พวกที่ขึ้นกับเวลา(Time dependent non-newtonian fluids)ค่าความหนืดของของไหลพวกนี้นอกจากจะขึ้นอยู่กับค่า Shear stress และ Shear rate แล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ของไหลได้รับแรงเค้นเฉือนได้รับ ตัวอย่างของไหลประเภทนี้ ได้แก่ ของไหลไธโซทรอปิค(Thixotropic fluids)

ของไหลประเภทนี้ค่าความหนืดจะลดลงตามระยะเวลาดังแสดงในรูปที่ 2.13 เมื่อของไหลได้รับแรงเค้นเฉือนในอัตราคงที่ ลักษณะการไหลประเภทนี้พบได้น้อย แต่ก็มีพบบ้างในวัสดุประเภท grease สีทาบ้าน และน้ำหมึกสำหรับเครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.13 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทไธโซทรอปิค

ของไหลรีโอเพคซิค (Rheopecxic fluids)ของไหลประเภทนี้ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาดังแสดงในรูปที่ 2.14 เมื่อของไหลได้รับแรงเค้นเฉือนในอัตราคงที่ ลักษณะการไหลแบบรีโอเพคซิคนี้ค่อนข้างจะพบได้ยาก



ภาพที่ 2.14 กราฟของไหลที่มีพฤติกรรมการไหลแบบนอน-นิวโตเนียน ประเภทรีโอเพคซิค

ค่า Apparent viscosity (μ_{app}) และ Shear rate (γ) ซึ่งมีหน่วยเป็น Pa.s (1,000 centipoises) และ second^{-1} ตามลำดับ เครื่องมือสำหรับวัดเรียกโดยทั่วไปว่า Rheometer หรือ Viscometer ซึ่งมีหลายแบบ แต่โดยทั่วไปสามารถ แสดงค่า μ_{app}และ γ ได้ ที่นิยมคือ Brookfield® viscometer.

สำหรับ Rotational viscometer (ตัวอย่าง Brookfield viscometer) การเปลี่ยนความเร็วของการหมุน (rotational speed ของ spindle) เพิ่มขึ้น หมายถึงการเพิ่ม Shear rate (γ) ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ Apparent viscosity (μ_{app}) ถ้าการเปลี่ยนแปลงของ rotational speed ไม่ทำให้ μ_{app} เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ถือว่าอาหารนั้นมีคุณสมบัติเป็น Newtonian fluid และสามารถสรุปได้ว่าอาหารมีความข้นหนืดเท่ากับ μ_{app} แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงของ rotational speed ทำให้ μ_{app} เปลี่ยนแปลง ซึ่งโดยทั่วไปอยู่ในรูปเอกซ์โปเนนเชียล ถือว่าอาหารนั้นมีคุณสมบัติเป็น Non-newtonian fluid การสรุปความข้นหนืดของอาหารใน รูป μ_{app} ต้องกำกับ γ ด้วยเสมอ อย่างไรก็ตามเพื่อความเป็นสากล การรายงานความหนืดของอาหาร Non-newtonian นิยมรายงานในค่าทั่วไปของความหนืดซึ่งได้แก่ Consistency index, K (Pa.s^n) และ Flow behavior, n (ไม่มีหน่วย)

ค่า K และ n คำนวณจากความสัมพันธ์ ของ Herschel-Bulkley model ในรูปของ ค่า Apparent viscosity (μ_{app}) และ Shear rate (γ) ดังนี้

$$\mu_{app} = K\,\gamma^{n-1} \qquad .....5)$$

$$\log \mu_{app} = \log K + (n-1)\log\gamma \qquad .....6)$$

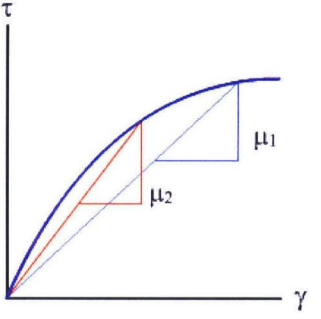
โดยการพลอทกราฟ log-log ระหว่าง Log (μ_{app}) บนแกน Y และ Log(γ) บนแกน X ค่า slope คือ (n-1) และ interception คือ Log(K) ตามตัวอย่างในรูปที่ 2.15

$$n = \text{slope}+1 \qquad .....7)$$

$$K = 10^{\text{intercept}}\ \text{Pa.s}^n \qquad .....8)$$

จะสังเกตได้ว่าถ้าอาหารมีคุณสมบัติเป็น Newtonian fluid ค่า n จะเท่ากับ 1 ทำให้ μ_{app} เท่ากับ K และความหนืดของอาหารมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับ shear rate หรือ rotational speed. ส่วนของไหลชนิด Pseudoplastic จะมีค่า n มากกว่า 1 และของไหล Dilatant จะมีค่า n น้อยกว่า 1

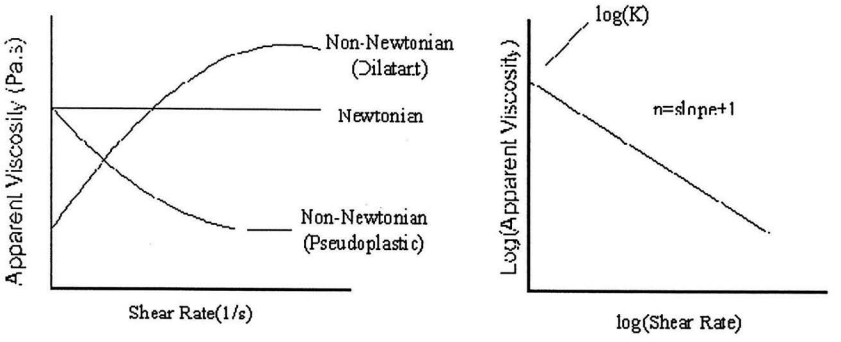
ค่า n และ K ที่ได้จากกราฟ เป็นค่าคงที่เฉพาะตัวของอาหารซึ่งใช้ในการทำนายความหนืดปรากฏ (Apparent viscosity,μ_{app}) ณ shear rate ต่างๆกัน ซึ่งในต่างประเทศมีการวิจัยค้นคว้าหาค่า n และ K ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดกันอย่างกว้างขวาง



Determination of μ_{app} from shear stress-shear rate plot

edit by M.Suksai

ภาพที่ 2.15 การหาค่า μ_{app} ด้วยการพลอทค่า shear stress-shear rate ลงบนกระดาษ log-log



ภาพที่ 2.16 ลักษณะของเส้นกราฟที่ได้จากการลงจุดบนกระดาษ log-log

บทที่ 3

อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การทดลองสูตรมาตราฐาน

3.1.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

- ไข่ไก่ (เบอร์ 1)	ตลาดแสงจันทร์ กรุงเทพ ฯ
- น้ำมะนาว	ตลาดแสงจันทร์ กรุงเทพ ฯ
- น้ำส้มสายชู	ตรา อ.ส.ร
- น้ำตาลทราย	ตรามิตรผล
- มัสตาร์ด	ตราแฟร์นซ์
- เกลือ	ตราปรุงทิพย์
- พริกไทยป่น	ตรามือที่ 1
- น้ำมันถั่วเหลือง	ตราองุ่น
- นมข้นหวาน	ตราหมี
- เครื่องบด	
- เครื่องตีส่วนผสม	
- ลังถึง	
- เครื่องชั่ง	
- ถ้วยตวงของเหลว	
- ถ้วย	
- ช้อนตวง	
- พายยาง	
- เครื่องวัดเทอร์โมมิเตอร์	
- เครื่องวัดความหนืด	

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพ

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 ศึกษาตำรับมาตรฐานของน้ำสลัด

การคัดเลือกสูตรจากสูตรมาตรฐาน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (ดุษฎี, 2548) สูตรที่ 2 (อมราภรณ์, 2547) หนังสือ สารพัดสลัด สูตรที่ 3 (อังศนา, ม.ป.ป)จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยการให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale โดยคะแนน 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง และ 5 คะแนนหมายถึง ดีมาก ใช้ผู้ทดสอบชิม 25 คน เพื่อเลือกสูตรมาตราฐานของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่ผู้ทดสอบชิมยอมรับมากที่สุดมา 1 สูตร เป็นสูตรมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 3.1 วางแผนการทดสอบแบบ CRD (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาศึกษาในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำน้ำสลัด

ส่วนผสม	น้ำหนัก / กรัม		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ไข่ไก่ทั้งฟอง	-	130	-
ไข่แดง	180	-	180
น้ำมะนาว	70	20	30
น้ำส้มสายชู	30	10	120
น้ำตาลทราย	175	10	100
มัสตาร์ด	20	1.25	40
เกลือป่น	10	5	15
พริกไทยป่น	5	5	15
น้ำมันพืช	500	500	310
นมข้นหวาน	200	120	388

3.3.2 ศึกษากรรมวิธีการทำน้ำสลัดสูตรที่คัดเลือกจากสูตรจากมาตรฐาน

ศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาวโดยนำสูตรน้ำสลัดที่ทำการคัดเลือกตามข้อ 3.3.1 มาปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสม จากนั้นศึกษาทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยการให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale โดยคะแนน 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง และ 5 คะแนน หมายถึง ดีมาก ใช้ผู้ทดสอบชิม 25 คน วางแผนการทดสอบแบบ CRD (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาศึกษาในหัวข้อต่อไป

3.3.3 ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

นำน้ำสลัดที่ทำการศึกษามากรรมวิธีที่เหมาะสมจากที่ 3.3.2. มาศึกษาชนิดของสารคงตัวที่เหมาะสมในการทำน้ำสลัดไข่ขาว ได้แก่ แป้งข้าวโพด เจลาติน คาร์ราจีแนน และเลซิตินทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้แบบประเมินแบบ 5-point hedonic scale โดยคะแนน 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง และ 5 คะแนน หมายถึง ดีมาก ใช้ผู้ทดสอบชิม 25 คน วางแผนการทดสอบแบบ CRD (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาศึกษาในหัวข้อต่อไป

3.3.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวโดยใช้คาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัวเป็นเวลา 1 เดือน ทำการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดทุก 1 อาทิตย์ และทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเมื่อเก็บรักษาครบ 1 เดือน โดยทดสอบ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้แบบประเมินแบบ 5-point hedonic scale โดยคะแนน 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง และ 5 คะแนน หมายถึง ดีมาก ใช้ผู้ทดสอบชิม 25 คน วางแผนการทดสอบแบบ CRD (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาตำรับมาตรฐานของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

การคัดเลือกสูตรจากสูตรมาตรฐาน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (ดุษฎี, 2548) สูตรที่2 (อมราภรณ์, 2547) หนังสือ สารพัดสลัด สูตรที่ 3 (อังศนา, ม.ป.ป)จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยการให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale โดยคะแนน 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง และ 5 คะแนนหมายถึง ดีมาก ใช้ผู้ทดสอบชิม 25 คน เพื่อเลือกสูตรมาตราฐานของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ผู้ทดสอบชิมยอมรับมากที่สุดมา 1 สูตร เป็นสูตรมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	4.08[a]	3.36[b]	3.84[a]
กลิ่น	3.88[a]	3.40[b]	3.80[ab]
รสชาติ	4.08[a]	3.28[b]	4.00[a]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	3.84[a]	3.08[b]	3.28[b]
ความชอบรวม	4.04[a]	3.28[b]	3.76[a]

หมายเหตุ : ลำดับอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางทดสอบสูตรน้ำสลัดโดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ในการทดสอบด้านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ดังนี้

ด้านสี จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในสูตรที่ 1 (ดุษฎี) สูตรที่ 3 (อังศนา) และสูตรที่ 2 (อมราภรณ์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 4.08 รองลงมามีค่าเฉลี่ย 3.84 และ3.36 ตามลำดับ

ด้านกลิ่น จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในสูตรที่ 1 (ดุษฎี) สูตรที่ 3 (อังศนา) และสูตรที่ 2 (อมราภรณ์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นเท่ากับ 3.88 รองลงมาค่าเฉลี่ย 3.80 และ 3.40 ตามลำดับ

ด้านรสชาติ จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในสูตรที่ 1 (ดุษฎี) สูตรที่ 3 (อังศนา) และสูตรที่ 2 (อมราภรณ์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยด้านรสชาติเท่ากับ 4.08 รองลงมาค่าเฉลี่ย 4.00 และ 3.28 ตามลำดับ

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านประสาทสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับใน สูตรที่ 1(ดุษฎี) สูตรที่ 3 (อังศนา) และสูตรที่ 2 (อมราภรณ์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยด้านรสชาติเท่ากับ 3.84 รองลงมาค่าเฉลี่ย 3.28 และ 3.08 ตามลำดับ

ด้านความชอบรวม จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านประสาทสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับใน สูตรที่ 1(ดุษฎี) สูตรที่ 3 (อังศนา) และสูตรที่ 2 (อมราภรณ์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยด้านรสชาติเท่ากับ 4.04 รองลงมาค่าเฉลี่ย 3.76 และ 3.28 ตามลำดับ

จากการทดสอบหาสูตรน้ำสลัดชนิดครีมจากตำรับ 3 ตำรับ ผู้บริโภคให้การยอมรับ สูตรที่ 1 (ดุษฎี) เป็นคุณลักษณะด้านสี 4.08 คุณลักษณะด้านกลิ่น 3.88 คุณลักษณะด้านรสชาติ 4.08 คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อสัมผัส 3.84 ความชอบโดยรวม 3.76 ลักษณะด้านสีมีสีเหลืองนวลมันวาว คุณลักษณะด้านกลิ่น มีกลิ่นหอม รสชาติเข้มข้น ลักษณะเนื้อสัมผัส มีความละเอียด คงตัว

4.2 ศึกษากรรมวิธีการทำน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวระยะเวลา 12 นาที

อุณหภูมิ (^{o}C)	ลักษณะปรากฏของไข่ขาว
50	ไข่ขาวที่ผ่านความร้อนมีลักษณะที่ค่อนข้างเหลวเป็นส่วนใหญ่มีบบางส่วนเป็นของแข็งลักษณะคล้ายวุ้น
60	ไข่ขาวที่ความความร้อนในระดับนี้มีลักษณะเป็นวุ้นที่มีความอ่อนตัวไม่รวมตัวเป็นก้อนแข็งสามารถนำไปทำน้ำสลัดได้
70	ไข่ขาวที่ความความร้อนในระดับนี้มีลักษณะเป็นวุ้นแข็งมีความอ่อนตัวน้อยจับตัวเป็นก้อนไม่เหมาะแก่การนำไปทำน้ำสลัด
80	ไข่ขาวที่ความความร้อนในระดับนี้มีลักษณะเป็นวุ้นแข็งเป็นก้อนเนื้อสัมผัสกระด้างไม่เหมาะแก่การนำไปทำน้ำสลัด

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียลเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการให้ความร้อนโดยไข่ขาวที่ความความร้อนในระกับนี้มีลักษณะเป็นวุ้นที่มีความอ่อนตัวไม่รวมตัวเป็นก้อนแข็งยังสามารถนำไปทำน้ำสลัดได้แตกต่างจากการใช้อุณหภูมิ 50องศาเซลเซียล จะทำให้ไข่ข่าวที่ผ่านความร้อนมีลักษณะที่ค่อนข้างเหลวเป็นส่วนใหญ่มีบบางส่วนเป็นของแข็งลักษณะคล้ายวุ้น และการใช้อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียลไข่ขาวที่ใช้ความความร้อนในระดับนี้มีลักษณะเป็นวุ้นที่มีความอ่อนตัวน้อยจับตัวเป็นก้อนไม่เหมาะแก่การนำไปทำน้ำสลัด

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนในการทดสอบด้านประสาทสัมผัสการใช้อุณหภูมิในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย (องศาเซลเซียล)			
	50	60	70	80
สี	3.78^{a}	3.82^{b}	3.84^{b}	3.82^{b}
กลิ่น	3.24^{a}	4.06^{b}	3.82^{ab}	3.82^{ab}
รสชาติ	3.68^{a}	3.68^{a}	3.64^{a}	3.68^{a}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	3.84^{b}	3.82^{b}	3.28^{a}	3.24^{a}
ความชอบรวม	3.76^{ab}	4.08^{b}	3.46^{a}	3.24^{a}

หมายเหตุ : ลำดับอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวโดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ในการทดสอบด้านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ดังนี้

ด้านสี จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียลในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 3.84 และ 3.82 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ น้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียลในการผลิต โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.78

ด้านกลิ่น จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียลในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ น้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 50 70 และ 80 องศาเซลเซียลในการผลิต โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.24 3.82 และ 3.82 ตามลำดับ

ด้านรสชาติ จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 50 60 70 และ 80 องศาเซลเซียลในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 3.68 3.64 และ 3.68 ตามลำดับ

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียลในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 และ 3.82 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ น้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียลในการผลิต โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.28 และ 3.24 ตามลำดับ

ด้านความชอบรวม จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียลในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 และ 4.08 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับ น้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียลในการผลิต โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.46และ 3.24 ตามลำดับ

การทดสอบการยอมรับน้ำสลัดที่ใช้อุณหภูมิ ที่เหมาะสมในการผลิต น้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว ผู้บริโภคให้การยอมรับการใช้อุณหภูมิที่ 60 เองศาเซลเซียล โดยมีคุณลักษณะด้านสี เท่ากับ 4.08 คุณลักษณะด้านกลิ่น 3.88 คุณลักษณะด้านรสชาติ 4.08 คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อสัมผัส 3.84 ความชอบโดยรวม 3.76 ดังนั้นจึงนำมาเป็นอุณหภูมิในการพัฒนาน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่

ขาวเป็นสูตรพื้นฐาน มาพัฒนาเป็นสูตรน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว สำหรับการทดลองพบว่าได้ส่วนผสม ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ส่วนผสมของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

ส่วนผสม	สัดส่วน
ไข่ขาว	28.28 %
น้ำตาลทราย	11.31 %
เกลือ	1.13 %
นมข้นหวาน	6.78 %
น้ำมันพืช	39.59 %
น้ำมะนาว	7.91 %
น้ำส้มสายชู	3.39 %
สารให้ความคงตัว	0.20 %
น้ำ	1.13 %

นำสารให้ความคงตัว ใส่ในไข่ขาวทำให้สุก

นำไปปั่นให้ละเอียด

ใส่น้ำมันสลับกับน้ำส้มสายชู เครื่องปรุงรส

ใส่น้ำมะนาวลด ความเร็วลง

เติมนมข้นหวาน ตีจนเข้ากัน

รูปที่ 4.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

4.3 ศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

การศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว มีสารให้ความคงตัวดังนี้ แป้งข้าวโพด เจลาติน คาร์ราจีแนน และเลซิติน จากการทดสอบชิมจำนวน 25 คน โดยวิธีการให้ค่าคะแนนความชอบแบบ 5 – point Hedonic Scale Test ในปัจจัยคุณภาพ ด้านคุณลักษณะ คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ การทดลองแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบในการสอบด้านประสาทสัมผัสของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

สารให้ความคงตัว	คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
แป้งข้าวโพด	4.02[a]	3.69[b]	3.45[c]	3.68[b]	3.68[b]
เจลาติน	4.06[a]	3.72[b]	3.92[b]	3.61[b]	3.77[b]
คาร์ราจีแนน	4.04[a]	3.97[a]	4.17[a]	4.17[a]	4.09[a]
เลซิติน	4.02[a]	3.95[a]	4.19[a]	4.14[a]	4.01[a]

หมายเหตุ : ลำดับอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสารให้ความคงตัวในน้ำสลัดจากไข่ขาว มีคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส ดังนี้

ด้านสี คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ แป้งข้าวโพด เจลาติน คาร์ราจีแนน และ เลซิติน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 4.02 ,4.06, 4.04 และ 4.02 ตามลำดับ

ด้านกลิ่น คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ คาร์ราจีแนน และเลซิติน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 และ 3.95 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ แป้งข้าวโพดและเจลลาตินโดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.69 และ3.72 ตามลำดับ

ด้านรสชาติ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ คาร์ราจีแนน และเลซิติน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 และ 4.19 ซึ่งมี

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ แป้งข้าวโพด และเจลลาตินโดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.45 และ 3.92 ตามลำดับ

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ คาร์ราจีแนน และเลซิติน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 และ 4.14 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ แป้งข้าวโพดและเจลลาตินโดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.68 และ 3.61 ตามลำดับ

ด้านความชอบรวม คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ คาร์ราจีแนน และเลซิติน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 และ 4.01 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่ใช้ แป้งข้าโพดและเจลลาตินโดยมีค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 3.68 และ3.77 ตามลำดับ

ดังนั้น การทดสอบหาสูตรน้ำสลัดจากไข่ขาวที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ใช้ คาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัว เป็นสูตรมาตรฐานในการทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดจากไข่ขาว ได้ผลการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะที่ปรากฏของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

สูตร	ลักษณะที่ปรากฏ
แป้งข้าวโพด	ด้านสี มีสีขาวมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความข้น มีความละเอียด แต่มีความคงตัวมากเกินไป
เจลาติน	ด้านสี มีสีขาวมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่ละเอียด มีความคงตัวน้อย
คาร์ราจีแนน	ด้านสี มีสีขาวครีมมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ข้น มีความละเอียด คงตัวดี
เลซิติน	ด้านสี มีสีขาวครีมมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ข้น มีความละเอียด คงตัวดี

จากตารางที่ 4.6 พบว่าลักษณะที่ปรากฏของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวดังนี้

แป้งข้าวโพด ด้านสี มีสีขาวมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่ละเอียด มีความคงตัวน้อย เมื่อรับประทานเข้าไปมีความรู้สึกว่ามีส่วนผสมของแป้ง

เจลาตินด้านสี มีสีขาวมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความข้น ไม่ละเอียด แต่มีความคงตัวมากเกินไปมีความรู้สึกกระด้างไม่นุ่ม

คาร์ราจีแนนด้านสี มีสีขาวครีมมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัสข้นเหมือนน้ำสลัดครีมข้น มีความละเอียด คงตัวดี

เลซิตินด้านสี มีสีขาวครีมมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัสข้นเหมือนน้ำสลัดครีมข้น มีความละเอียด คงตัวดี

ด้านกลิ่นและรสชาติ ทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกัน กลิ่นจะมีกลิ่นหอมของส่วนผสมและกลิ่นมะนาว รสชาติดี

4.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวโดยใช้คาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัวเป็นเวลา 1 เดือน ทำการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดทุก 1 อาทิตย์ และทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเมื่อเก็บรักษาครบ 1 เดือน โดยใช้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน โดยวิธีการให้ค่าคะแนนความชอบแบบ 5 – point Hedonic Scale Test ในปัจจัยคุณภาพ ด้าน คุณลักษณะ คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม

ตารางที่ 4.7 คุณลักษณะด้านจุลินทรีและคุณลักษณะด้านกายภาพของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

อายุการเก็บรักษา(สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์ (โคโลนี/กรัม)	ความหนืด (cP)	ค่า pH	ลักษณะปรากฏ
1	น้อยกว่า 30[a]	315[a]	4.15[a]	สี มีสีขาวครีมมันวาว ลักษณะเนื้อสัมผัสข้นเหมือนน้ำสลัดครีมข้น มีความละเอียด คงตัวดีไม่เกิดการแยกชั้น
2	น้อยกว่า 30[a]	317[a]	4.15[a]	
3	น้อยกว่า 30[a]	316[a]	4.15[a]	
4	น้อยกว่า 30[a]	314[a]	4.15[a]	

จากตารางที่ 4.7 พบว่าอายุการเก็บรักษาน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวโดยใช้คาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัวเป็นเวลา 1 เดือน ทำการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและปริมาณ

แบคทีเรียทั้งหมดทุก 1 อาทิตย์เป็นนระยะเวลา 1 เดือนพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัมเนื่องจากน้ำสลัดมีค่าพีเอส ที่ต่ำทำให้หลีกเลี่ยงการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ดีและการใช้ความร้อนกับไข่ขาวเป็นกระบวนการหนึ่งในการทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเช่นเดียวกันกับค่าความหนืดและค่าความเป็นกรด - ด่างเมื่อระยะเวลาผ่านไปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบในการสอบด้านประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 เดือน

เวลา	คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0 สัปดาห์	4.02[a]	3.95[a]	4.10[a]	4.19[a]	4.26[ab]
1 สัปดาห์	4.04[a]	3.95[a]	4.11[a]	4.14[a]	4.25[ab]
2 สัปดาห์	4.01[a]	3.93[a]	4.17[a]	4.19[a]	4.12[a]
3 สัปดาห์	4.04[a]	3.95[a]	4.15[a]	4.11[a]	4.41[b]
4 สัปดาห์	4.00[a]	3.93[a]	4.17[a]	4.10[a]	4.23[ab]

หมายเหตุ : ลำดับอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบในการสอบด้านประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวซึ่งใช้คาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัวและเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 เดือน มีคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส ดังนี้

ด้านสี คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.02

ด้านกลิ่น คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.93

ด้านรสชาติ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.15

ด้านความชอบรวม คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่างเมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26

ดังนั้น การทดสอบการสอบด้านประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว ซึ่งใช้คาร์ราจีแนนเป็นสารให้ความคงตัวและเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 เดือน ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่างเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษามากขึ้น

บทที่ 5

สรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 การศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาวโดยใช้สูตรมาตรฐาน โดยการนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสคือสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม จากการทดสอบพบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 1 มากที่สุด (ดุษฎี น้อยใจบุญ. 2548. อาหารว่าง กรุงเทพฯ:) โดยให้คะแนนเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 4.08[a] กลิ่น 3.88[a] รสชาติ 4.08[a] ลักษณะเนื้อสัมผัส 3.84[a] ความชอบโดยรวม 3.76[a] เป็นสูตรที่ได้รับความนิยมจากผู้ชิมมากที่สุด

5.2 การศึกษากรรมวิธีการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว

ผลการศึกษากรรมวิธีการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว จึงได้กรรมวิธีการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว โดยการนำไข่ขาวนึ่งให้สุก แล้วนำไข่ขาวไปปั่นให้ละเอียด ตีไข่จนขึ้นเป็นสีนวล ใส่น้ำมันสลับกับน้ำส้มสายชู ใส่น้ำมะนาว สลับกับน้ำมันจนหมด ใส่นมข้นหวานตีด้วยความเร็วปานกลาง ลดความเร็วต่ำสุด

5.3 การศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

โดยใช้สารให้ความคงตัว คือ แป้งข้าวโพด เจลาติน คาร์ราจีแนนและเลซิตินโดยการนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสคือสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ 3 คาร์ราจิแนน โดยได้คะแนนด้านประสาทสัมผัสดีที่สุด ดังนี้ ด้านสีเท่ากับ4.04[a] ด้านกลิ่นเท่ากับ 3.97[a] ด้านรสชาติเท่ากับ 4.17[a] ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส 4.17[a] และด้านความชอบรวม 4.09[a]

5.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อการผลิตน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาว

การศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 เดือนพบว่าลักษณะของน้ำสลัดชนิดครีมจากไข่ขาวไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ค่า

ความหนืดเฉลี่ยเท่ากับ 315 cP ค่าความเป็นกรด-ค่างเท่ากับ 4.15 และการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่า จากตารางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้บริโภคไม่เห็นความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์โดยคุณลักษณะด้านสีมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 คุณลักษณะด้านกลิ่น โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 คุณลักษณะด้านรสชาติ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 คุณลักษณะด้านความชอบรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2542. **สารให้ความหวาน : คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์.** จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

คำนึง คำอุดม. 2541. **พริกไทย.** เอเชีย แปซิฟิค พริ้นติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิราภรณ์ สุขุมาวาสี, ศักดิ์ดา นำชัยสีวัฒนา และ อำพล เอื้ออารี. 2529. **อุตสาหกรรมหมักกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1(1), 57 – 90.

ณรงค์ นิยมวิทย์ และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. **วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดุษฎี น้อยใจบุญ. 2548. **อาหารว่าง.** กรุงเทพฯ.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2546. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม.** คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

นัฏฐา คเชนทร์ภักดี. 2548. **การผลิตเจลาตินจากน้ำบีบปลาทูน่า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิตยา อังพานิชเจริญ. **การพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นไขมันต่ำและปราศจากคอเลสเตอรอล โดยใช้สารทดแทนไขมัน จากคาร์โบไฮเดรต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2530. **ตำรับ : เกษตรอุตสาหกรรมประยุกต์.** ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะวิชาเกษตรและอุตสาหกรรม สหวิทยาลัยรัตนโกสินทรจันทรเกษม,

พวงพร โชติกไกร. 2530. **จุลชีววิทยาของอาหารและนม.** โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ.

มะลิ เนติประมุข. 2534. **การพัฒนาน้ำสลัดครีมลดพลังงาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย สุทธินุ่น. 2544. เอกสารประกอบสารสอนวิชาวิศวกรรมอาหาร 1. สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

วัลลภ บรรจง. 2550. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นคอเลสเตอรอลต่ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . 2540. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมายองเนสและสลัดครีม.** มอก. 1402 – 2540.กระทรวงอุตสาหกรรม , กรุงเทพ ฯ.

อังศนา กาญจนากร.มมป. **เอกสารประกอบการเรียน วิชา เบเกอรี่**. กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมราภรณ์ วงษ์ฟัก. 2547. **สารพัดสลัด.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547

อรวินท์ โทรกี และ ประชา บุญญสิริกุล. 2522. **อาหาร.** บี.เอฟ.ไอ. กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก ก
ตำรับน้ำสลัด

น้ำสลัดสูตรที่ 1

ส่วนผสม

ไข่แดง	180	กรัม
น้ำมันพืช	500	กรัม
น้ำมะนาว	70	กรัม
น้ำส้มสายชู	30	กรัม
น้ำตาลทราย	175	กรัม
พริกไทย	5	กรัม
มัสตาร์ด	20	กรัม
นมข้นหวาน	200	กรัม
เนยสด	20	กรัม
เกลือ	10	กรัม

วิธีในการผลิตน้ำสลัด

1. ตีไข่จนขึ้นเป็นสีนวล ใช้เครื่องตี
2. ใส่น้ำตาล มัสตาร์ด นมข้นหวาน เกลือ และพริกไทยป่น ตีด้วยความเร็วสูงประมาณ 30 วินาที
3. หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ยอดน้ำมันลงทีละน้อย จนหมด ¼ ถ้วย
4. ใส่น้ำส้มสายชู ค่อยๆเพิ่มน้ำมัน ใส่อย่างช้าๆ ตีด้วยความเร็วสูง
5. เทน้ำมะนาวลงทีละน้อย สลับกับน้ำมันที่ใส่เนยสดละลายลงไปจนหมดส่วนผสม (ขณะที่ตีควรจะปาดส่วนผสมที่ติดอยู่รอบๆ อ่างผสมอยู่บ่อยๆ เพื่อจะได้น้ำสลัดที่ดี)

ที่มา: (ดุษฎี, 2548)

น้ำสลัดสูตรที่ 2

ส่วนผสม

ไข่ทั้งฟอง	130	กรัม
น้ำมันพืช	500	กรัม
น้ำมะนาว	20	กรัม
น้ำส้มสายชู	10	กรัม
น้ำตาลทราย	10	กรัม
พริกไทย	5	กรัม
มัสตาร์ด	1.25	กรัม
นมข้นหวาน	120	กรัม
เกลือ	5	กรัม

วิธีในการผลิตน้ำสลัด

1. ตีไข่จนขึ้นเป็นสีนวล ใช้เครื่องตี
2. ใส่น้ำตาล มัสตาร์ด นมข้นหวาน เกลือ และพริกไทยป่น ตีด้วยความเร็วสูงประมาณ 30 วินาที
3. หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ยอดน้ำมันลงทีละน้อย จนหมด ¼ ถ้วย
4. ใส่น้ำส้มสายชู ค่อยๆเพิ่มน้ำมัน ใส่อย่างช้าๆ ตีด้วยความเร็วสูง
5. เทน้ำมะนาวลงทีละน้อย สลับกับน้ำมันจนหมดส่วนผสม (ขณะที่ตีควรจะปาดส่วนผสมที่ติดอยู่รอบๆ อ่างผสมอยู่บ่อยๆ เพื่อจะได้น้ำสลัดที่ดี)

ที่มา: (อมราภรณ์, 2547)

น้ำสลัดสูตรที่ 3

ส่วนผสม

ไข่แดง	180	กรัม
น้ำมันพืช	310	กรัม
น้ำมะนาว	30	กรัม
น้ำส้มสายชู	120	กรัม
น้ำตาลทราย	100	กรัม
พริกไทย	15	กรัม
มัสตาร์ด	40	กรัม
นมข้นหวาน	388	กรัม
เกลือ	15	กรัม

วิธีในการผลิตน้ำสลัด

1. ตีไข่จนขึ้นเป็นสีนวล ใช้เครื่องตี
2. ใส่น้ำตาล มัสตาร์ด นมข้นหวาน เกลือ และพริกไทยป่น ตีด้วยความเร็วสูงประมาณ 30 วินาที
3. หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ยอดน้ำมันลงทีละน้อย จนหมด ¼ ถ้วย
4. ใส่น้ำส้มสายชู ค่อยๆเพิ่มน้ำมัน ใส่อย่างช้าๆ ตีด้วยความเร็วสูง
5. เทน้ำมะนาวลงทีละน้อย สลับกับน้ำมันจนหมดส่วนผสม (ขณะที่ตีควรจะปาดส่วนผสมที่ติดอยู่รอบๆ อ่างผสมอยู่บ่อยๆ เพื่อจะได้น้ำสลัดที่ดี)

ที่มา: (อังศนา, ม.ป.ป)

ภาคผนวก ข
ผลวิเคราะห์ทางสถิติและ
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

1.การศึกษาตำรับมาตรฐานของน้ำสลัด

ตารางที่ ข1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านสี

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	36.400[a]	26	1.400	3.158	.000
Intercept	1060.320	1	1060.320	2.392E3	.000
treatmen	6.720	2	3.360	7.579	.001
block	29.680	24	1.237	2.789	.001
Error	21.280	48	.443		
Total	1118.000	75			
Corrected Total	57.680	74			

a. R Squared = .631 (Adjusted R Squared = .431)

ตารางที่ ข3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	37.253[a]	26	1.433	2.241	.008
Intercept	1023.053	1	1023.053	1.600E3	.000
treatmen	3.307	2	1.653	2.586	.086
block	33.947	24	1.414	2.212	.010
Error	30.693	48	.639		
Total	1091.000	75			
Corrected Total	67.947	74			

ตารางที่ ข4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	45.627[a]	26	1.755	2.162	.010
Intercept	1075.413	1	1075.413	1.325E3	.000
treatmen	9.707	2	4.853	5.979	.005
block	35.920	24	1.497	1.844	.036
Error	38.960	48	.812		
Total	1160.000	75			
Corrected Total	84.587	74			

a. R Squared = .539 (Adjusted R Squared = .290)

ตารางที่ ข5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29.093[a]	26	1.119	1.381	.164
Intercept	867.000	1	867.000	1.070E3	.000
treatmen	7.760	2	3.880	4.787	.013
block	21.333	24	.889	1.097	.382
Error	38.907	48	.811		
Total	935.000	75			
Corrected Total	68.000	74			

a. R Squared = .428 (Adjusted R Squared = .118)

ตารางที่ ข6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	45.360[a]	26	1.745	2.130	.011
Intercept	1045.333	1	1045.333	1.277E3	.000
treatmen	8.027	2	4.013	4.901	.012
block	37.333	24	1.556	1.900	.029
Error	39.307	48	.819		
Total	1130.000	75			
Corrected Total	84.667	74			

a. R Squared = .536 (Adjusted R Squared = .284)

2. การศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำสลัดจากไข่ขาว

ตารางที่ ข7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความกลิ่น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17.067[a]	26	.656	1.333	.140
Intercept	3241.404	1	3241.404	6.581E3	.000
treatmen	3.582	2	1.791	3.636	.028
block	13.484	24	.562	1.141	.303
Error	97.529	198	.493		
Total	3356.000	225			
Corrected Total	114.596	224			

ตารางที่ ข8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความรสชาติ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	31.538[a]	26	1.213	3.275	.000
Intercept	3333.138	1	3333.138	9.001E3	.000
treatmen	20.009	2	10.004	27.015	.000
block	11.529	24	.480	1.297	.169
Error	73.324	198	.370		
Total	3438.000	225			
Corrected Total	104.862	224			

a. R Squared = .301 (Adjusted R Squared = .209)

ตารางที่ ข9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23.369[a]	26	.899	1.753	.017
Intercept	3287.111	1	3287.111	6.411E3	.000
treatmen	14.036	2	7.018	13.687	.000
block	9.333	24	.389	.758	.785
Error	101.520	198	.513		
Total	3412.000	225			
Corrected Total	124.889	224			

ตารางที่ ข10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17.022[a]	26	.655	1.443	.085
Intercept	3333.138	1	3333.138	7.346E3	.000
treatmen	7.049	2	3.524	7.768	.001
block	9.973	24	.416	.916	.580
Error	89.840	198	.454		
Total	3440.000	225			
Corrected Total	106.862	224			

a. R Squared = .159 (Adjusted R Squared = .049)

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบการประเมินการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ น้ำสลัดจากสูตรมาตราฐาน

ชื่อผู้ทดสอบชิม..... วันที่.....

คำชี้แจง โปรดลงคะแนนในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และล้างปากด้วยน้ำเปล่าก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ชิมตัวอย่างตามรหัสแล้วให้คะแนนแต่ละคุณลักษณะโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ชอบมากที่สุด	5
ชอบมาก	4
ปานกลาง	3
พอใช้	2
ไม่ชอบเลย	1

ลักษณะที่ตรวจสอบ	198	824	356
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ น้ำสลัดจากไข่ขาว

ชื่อผู้ทดสอบชิม..... วันที่.....

คำชี้แจง โปรดลงคะแนนในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และล้างปากด้วยน้ำเปล่าก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ชิมตัวอย่างตามรหัสแล้วให้คะแนนแต่ละคุณลักษณะ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ชอบมากที่สุด	5
ชอบมาก	4
ปานกลาง	3
พอใช้	2
ไม่ชอบเลย	1

ลักษณะที่ตรวจสอบ	198	824	356	263
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง
ภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำสลัด บรรจุภัณฑ์ และรูปแบบฉลาก

ภาพผนวกที่ ง1 วัตถุดิบในการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว

ภาพผนวกที่ 2 อุปกรณ์ในการทำน้ำสลัดจากไข่ขาว

ภาพผนวกที่ 3 บรรจุภัณฑ์น้ำสลัดจากไข่ขาว

ภาพผนวกที่ 4 น้ำสลัดจากไข่ขาว

ภาพผนวกที่ 5 การตกแต่งน้ำสลัดจากไข่ขาว

ภาพผนวกที่ 6 การตกแต่งน้ำสลัดจากไข่ขาว

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว (หัวหน้าโครงการ)

1. ชื่อ (ภาษาไทย)	นางทัศณีย์ ปิ่นแก้ว
ชื่อ (ภาษาอังกฤษ)	Mrs. Tassanee Pinkeaw
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	3 1101 01662 80 1
3. ตำแหน่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ เลขที่ 149 ถนนเจริญกรุง แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์ 0-2211-2056,0-2211-2052 โทรสาร 0-2211-2040
5. ประวัติการศึกษา	
ปี พ.ศ. 2521	คศ.บ อาหารและโภชนาการ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา
ปี พ.ศ. 2553	คอม. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
6. สาขาที่มีความชำนาญ	Research and Development Food and Nutrition Thai Food Thai Desert

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

หัวหน้าโครงการวิจัย

- ผู้เชี่ยวชาญโครงการพัฒนาน้ำพริกแกงส้มปรุงสำเร็จชนิดก้อนรสปลา ทุนผลประโยชน์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- ผู้เชี่ยวชาญโครงการพัฒนาเทคโนโลยีและกำลังคนเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรม

- ฐานความรู้ ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมโดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ผู้เชี่ยวชาญโครงการการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสากรรม ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม โดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

งานวิจัยที่ผ่านมา

เรื่อง การผลิตน้ำจิ้มไก่จากวัตถุดิบเกษตรอินทรีย์ (โครงการร่วมกับiTAP หรือ Industrial Technology Assistant Program)

เรื่อง การเพิ่มสมรรถภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรมอาหาร) (โครงการร่วมกับสำนักเศรษฐกิจมหภาค กระทรวงอุตสาหกรรม)

เรื่อง การผลิตน้ำพริกกะปิอัดก้อนพร้อมบริโภค

ประวัติส่วนตัว (ผู้ร่วมวิจัย)

1. ชื่อ (ภาษาไทย)	นายรามราช หมื่นศรีธาราม
ชื่อ (ภาษาอังกฤษ)	Mr. Ramrach Muensritharam
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	3 7798 00271 11 1
3. ตำแหน่ง	อาจารย์ (ประจำตามสัญญา)
4. หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ เลขที่ 149 ถนนเจริญกรุง แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์ 0-2211-2056,0-2211-2052 โทรสาร 0-2211-2040 E – mail : ramrach_30@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา	
ปี พ.ศ. 2542-2546	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคณะเกษตรศาสตร์บางพระ
ปี พ.ศ. 2547-2550	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. สาขาที่มีความชำนาญ	Research and Development Functional Foods and Nutraceutical Energy of Processing Food Hydrocolloid

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

หัวหน้าโครงการวิจัย

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของกล้วยตากและกล้วยทอดแผ่นบางในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา

งานวิจัยที่ผ่านมา

เรื่อง การผลิตน้ำจิ้มไก่จากวัตถุดิบเกษตรอินทรีย์ (โครงการร่วมกับiTAP หรือ Industrial Technology Assistant Program)

เรื่อง การเพิ่มสมรรถภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรมอาหาร) (โครงการร่วมกับสำนักเศรษฐกิจมหภาค กระทรวงอุตสาหกรรม)

เรื่อง การผลิตน้ำพริกกะปิอัดก้อนพร้อมบริโภค